SUPER INTERESSANTE
EDIÇÃO 481 • NOVEMBRO 2025

AS SUBSTÂNCIAS ETERNAS

Elas estão em celulares, panelas – e dentro de você. Descubra o que são e quais os perigos das PFAS, que ainda são pouco reguladas no mundo. **P. 40**

TESTES EM ANIMAIS

POR LUIZA LOPES

Em julho, o Brasil proibiu o uso de bichos nas indústrias de cosméticos e de higiene. Saiba como funcionam os métodos alternativos mais estudados pela ciência – e entenda se, um dia, será possível abandonar de vez as gaiolas. P. 20

P. 46
O ÚLTIMO CANTO DAS SONDAS VOYAGER.

P. 08
POR QUE A LEI DO ESTÁGIO PRECISA MUDAR.

P. 32
O DILEMA ÉTICO DO RECONHECIMENTO FACIAL.

P. 52
COMO A CAÇA ÀS BRUXAS REALMENTE ACONTECEU.

ISSN 977-010417800-4
9 770104 178004
00481
R$ 29,90

Abril 75

ines249

SIEMENS apresenta:

Sustentabilidade inteligente

Descubra como a tecnologia está sendo aplicada em diferentes setores para apoiar a construção de um futuro mais eficiente e sustentável.

Cidades com transporte limpo e silencioso. Portos que operam com tecnologias inteligentes e que utilizam energia renovável. Alimentos produzidos com menos desperdício, com garantia de sua procedência e autenticidade. Distribuição e monitoramento digital dos sistemas de abastecimento de água e de saneamento.

Um futuro mais inteligente e sustentável é possível. Veja como as soluções da Siemens estão unindo tecnologia, inovação e parceria de longo prazo para acelerar a descarbonização, proteger a biodiversidade e transformar desafios climáticos em oportunidades reais de impacto.

PROTEÍNAS ALTERNATIVAS

Com uma abordagem de ponta a ponta, a Siemens integra digitalização e controle avançado para otimizar a produção de proteínas alternativas e atender à crescente demanda.

Internet das Coisas (IoT) integra sensores, máquinas e software para monitorar e agir em tempo real, como pausar os trabalhos ao detectar condições ambientais fora do padrão. 1

Ferramentas de simulação usam dados para criar gêmeos digitais do processo, da formulação de proteínas ao layout das instalações, reduzindo tempo e custos de produção. 2

COMIDA COM CPF

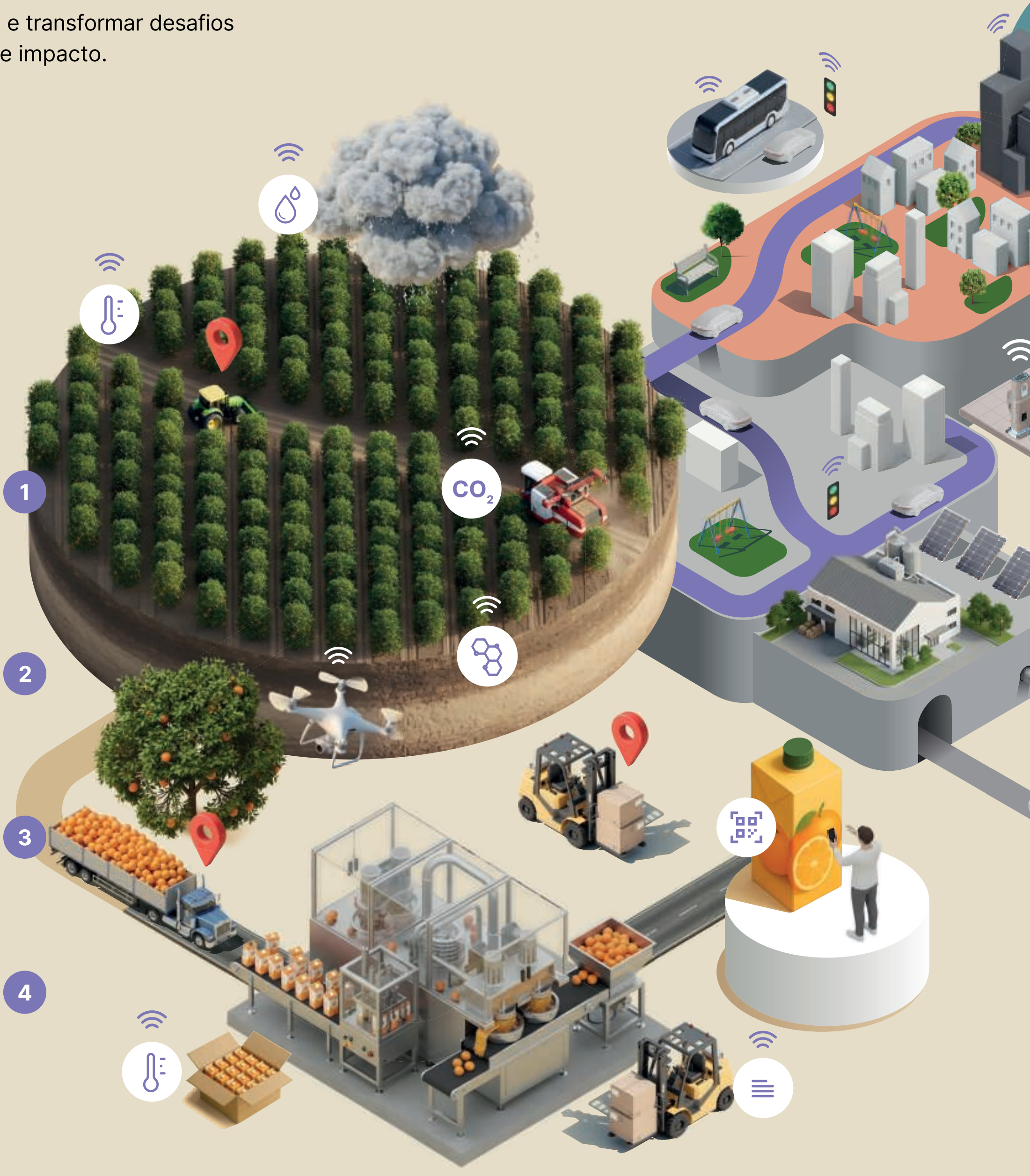
Do campo ao consumidor, internet rápida, nuvem e Internet das Coisas (IoT) captam e transmitem dados em tempo real, tornando a cadeia logística mais segura e confiável.

Sensores coletam informações sobre temperatura, umidade, composição do solo, retenção de CO_2 etc., automatizando a irrigação e adubação de pomares. 1

Câmeras, drones e robôs identificam frutos no ponto ideal, agilizando a colheita e elevando a qualidade final. 2

Cada lote recebe uma identificação autenticada em blockchain com informações que garantem a rastreabilidade total. 3

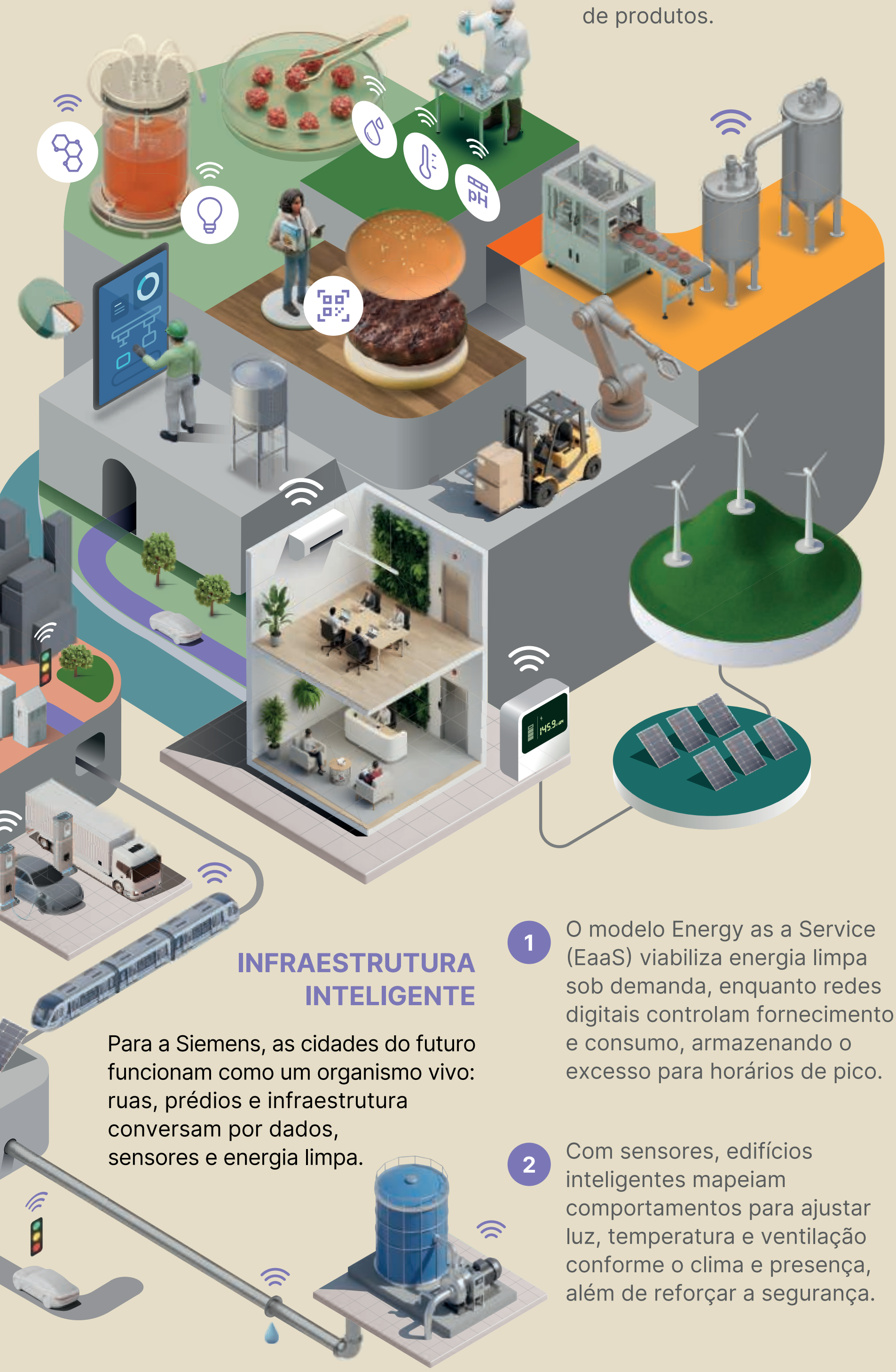
Em cada etapa, a origem é verificada e o status autenticado, formando o mapa completo do campo à mesa. 4



ines249

③ Testes reais e simulações geram dados que padronizam a qualidade e alimentam a IA para prever demanda e alternativas viáveis, otimizando produção e conformidade regulatória.

④ Interfaces padronizadas permitem integrar máquinas rapidamente, tornando a ativação de novas linhas mais ágil e acelerando a criação e o lançamento de produtos.



INFRAESTRUTURA INTELIGENTE

Para a Siemens, as cidades do futuro funcionam como um organismo vivo: ruas, prédios e infraestrutura conversam por dados, sensores e energia limpa.

① O modelo Energy as a Service (EaaS) viabiliza energia limpa sob demanda, enquanto redes digitais controlam fornecimento e consumo, armazenando o excesso para horários de pico.

② Com sensores, edifícios inteligentes mapeiam comportamentos para ajustar luz, temperatura e ventilação conforme o clima e presença, além de reforçar a segurança.

③ Sistemas digitais de água e saneamento detectam vazamentos, ajustam bombas e reservatórios automaticamente, além de monitorar a pureza da água em tempo real.

④ Algoritmos sincronizam semáforos em tempo real, preveem deslocamentos e organizam rotas antes do congestionamento, enquanto veículos autônomos, como trens, evitam acidentes.

***Fontes:** A Relatório Institucional e ESG Siemens 2024.
B Siemens Sustainability Report 2024.

COMPROMISSO REAL COM O FUTURO

A Siemens tem um compromisso ético e estratégico com a sustentabilidade, e aplica em casa as mesmas tecnologias que oferece ao mercado. Na sede brasileira, em São Paulo, e na fábrica de Jundiaí, sensores otimizam energia, água e ocupação em tempo real, com estes prédios funcionando como um laboratório de eficiência e circularidade.

Para os clientes, as soluções da Siemens unem digitalização, eficiência e impacto social para acelerar a sustentabilidade em energia, infraestrutura, indústria e serviços.

Na prática, esse compromisso com a sustentabilidade se traduz em conquistas como:

74% de redução nas emissões próprias de CO_2e da Siemens Brasil em 2025 (desde o ano fiscal de 2019);

100% de energia renovável nas unidades da Siemens Brasil;

♻ A Siemens Brasil atingiu a meta de aterro zero em 2022 e segue mantendo-a;

CO_2 As tecnologias da Siemens ajudaram os clientes a evitar globalmente cerca de 144 milhões de toneladas de emissões de gases de efeito estufa;

A Siemens Brasil lançou o Pictures of Transformation, um estudo que projeta cenários para o país em 2035, com foco em bioeconomia, energia limpa, mobilidade sustentável e inclusão digital, baseado em dados, entrevistas e colaboração com especialistas.

Veja como as tecnologias da Siemens transformam o futuro em realidade.

ines249

CARTA AO LEITOR

→ EDITORIAL

Uma casa sem espelhos

Em 2019, o estudante Pedro Lima, da Universidade Federal Fluminense (UFF), resolveu criar um grupo no WhatsApp com outros três amigos de mesmo nome. Nascia o “Pedros da UFF”.

O grupo virou meme, reuniu centenas de outros Pedros e inspirou comunidades de xarás Brasil afora. Tenho um amigo que, até hoje, troca mensagens no “Pedros da Unicamp”. “Bom dia, Pedro.” “Bom dia para você também, Pedro.”

Existem 1.624.478 Pedros no Brasil, o equivalente a 0,8% da população. É o sétimo nome mais comum no País. Impossível organizar um grupo com todos eles. Mais fácil com Abenizios, Duaras ou Jaecis, alguns dos 4,3 mil nomes usados por até 20 pessoas no Brasil. São tão únicos quanto “Unico”, sobrenome de 30 brasileiros.

Esses e outros dados estão na plataforma Nomes do Brasil, do IBGE. É a segunda versão da ferramenta, que traz um sem-fim de dados demográficos e históricos: 2,5 milhões de Marias nasceram nos anos 1960; Natália é o nome feminino mais comum com a letra N; 10,5% da população de Santos (SP) tem o sobrenome “Santos”.

A Nomes do Brasil é uma das ferramentas educativas mais fascinantes criadas por um órgão público. Pode se tornar tão popular quanto o Zé Gotinha. Nem parece que foi feita por um instituto que passa por problemas sérios.

O nonagenário IBGE, referência mundial em estatística, sofre com crises internas e cortes orçamentários. Desde 2010, o número de funcionários (que era de 7 mil), caiu pela metade. A questão se agravou em 2019, quando o Congresso limou 97% da verba para o Censo. Mais um pouco e ele seria feito num Google Forms.

Em 2020, o governo Bolsonaro postergou o levantamento por causa da Covid (muitos outros países, porém, fizeram os seus). Em 2021, outro adiamento. O Censo só rolou em 2022, por ordem do STF. O Brasil furou a tradição internacional de realizar pesquisas do tipo a cada década cheia (1990, 2000, 2010...), o que facilita comparações entre nações.

No governo Lula, os problemas persistem. Até agora, os microdados (a fatia mais detalhada de informações do Censo) não foram divulgados por completo, o que tem causado atrasos e mudanças em inúmeras pesquisas. Demógrafos, economistas e diversos outros profissionais dependem deles para formular políticas públicas eficazes em áreas como educação, saúde e segurança pública.

É como dirigir sem GPS, só com um guia de ruas desatualizado. Tratar uma fratura sem raio-X. Viver em uma casa sem espelhos. O País corre o risco de entrar em crise de identidade, sem entender por completo as mudanças da sua população.

Que a fama da Nomes do Brasil não sirva apenas para criar carrosséis engraçados no Instagram – mas também, de alguma forma, ajude a jogar luz sobre esse problema. Proteja o IBGE, gostoso demais.

Esta é uma edição de chegadas e partidas. A Luiza Lopes, a mais recente integrante da redação, assina com maestria sua primeira reportagem de capa. Uma apuração profunda, que vale a leitura atenta. E também é a última colaboração (ao menos, por ora) do Eduardo Lima, que deixa um legado bem bacana por aqui. Eu desejaria sorte, mas sei que não precisa.

Rafael Battaglia Popp
EDITOR-CHEFE
RAFAEL.POPP@ABRIL.COM.BR

EDITORA Abril
Fundada em 1950

Publisher Fábio Carvalho
CEO Mauricio Lima

SUPER INTERESSANTE

Editor-chefe: Rafael Battaglia Popp **Editor:** Bruno Garattoni **Diretora de arte:** Juliana Krauss **Repórteres:** Bela Lobato, Bruno Carbinatto e Maria Clara Rossini **Designers:** Caroline Aranha e Cristielle Luise Rodrigues **Estagiários:** Eduardo Lima, Luiza Lopes, Manuela Mourão (texto) e Rafaela Reis (arte) **Colaboração:** Anderson C.S. de Faria (produção gráfica) e Bianca Albert (revisão)

www.super.abril.com.br/
www.youtube.com/@Superinteressante
Instagram: @revistasuper
X: @revistasuper

VP DE PUBLISHING (CPO) Andrea Abelleira, **DIRETOR DE TECNOLOGIA** Filipe Gomes, **DIRETOR DE DISTRIBUIÇÃO E NOVOS NEGÓCIOS** Erik Carvalho, **DIRETOR DE PUBLICIDADE** Ciro Hashimoto, **DIRETOR DE ASSINATURAS** Alberto Pirro, **GERENTE-EXECUTIVA DE PROJETOS ESPECIAIS** Juliana Caldas

Redação e Correspondência: Av. Alcides Sangirardi, 301, Usina São Paulo – Espaço C, Cidade Jardim, São Paulo/SP, CEP 05072-015

SUPERINTERESSANTE edição nº 481 (ISSN 0104-178-9), ano 39, nº 11, é uma publicação da Editora Abril **SUPERINTERESSANTE** não admite publicidade redacional

IMPRESSA NA PLURAL INDÚSTRIA GRÁFICA LTDA
Av. Marcos Penteado de Ulhôa Rodrigues, 700,
Tamboré, Santana de Parnaíba, SP, CEP 06543-001

GoRead

GRUPO Abril
www.grupoabril.com.br

VENDAS ASSINATURAS www.assineabril.com.br

VENDAS CORPORATIVAS E VENDAS EM LOTE
assinaturacorporativa@abril.com.br

ATENDIMENTO EXCLUSIVO PARA ASSINANTES minhaabril.com.br

WhatsApp: (11) 3584-9200
Telefones: SAC (11) 3584-9200
Renovação 0800 7752112
De segunda a sexta-feira, das 9h às 17h30
atendimento@abril.com.br

EDIÇÕES ANTERIORES
Todo o acervo publicado de Superinteressante
está no App Superinteressante. Baixe aqui

Google Play
Apple Store

LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO
Para adquirir os direitos de reprodução de
textos e imagens, envie um e-mail para:
licenciamentodeconteudo@abril.com.br

LICENCIAMENTO DE MARCA
Para inserir as marcas do Grupo Abril em
produtos e negócios, envie um e-mail para:
licenciamento@abril.com.br

PARA ANUNCIAR NO ESPAÇO DIGITAL E IMPRESSO
e-mail: publicidade@abril.com.br

TRABALHE CONOSCO
https://talentosabril.vagas.solides.com.br

ines249

CARDÁPIO

→ NOVEMBRO DE 2025

E lá vamos nós.
E lá vamos nós.
P. 52

20 Capa

TESTES EM ANIMAIS

Em julho, o Brasil proibiu o uso de bichos nas indústrias de cosméticos e de higiene. Conheça os métodos alternativos mais estudados pela ciência – e entenda se, um dia, será possível abandonar de vez as gaiolas.

32 Vigilância extrema

Veja como funcionam as tecnologias de reconhecimento facial – e por que elas podem gerar uma crise de segurança pública.

40 Para todo o sempre

O perigo das PFAS, classe de químicos que inclui o Teflon e outras milhares de substâncias que nunca irão se decompor.

46 *Bon voyage*

A saga das sondas Voyager, que alcançaram o espaço interestelar – mas que, em breve, vão perder contato com a Terra.

52 Convenção das bruxas

Na Europa, entre 40 mil e 60 mil pessoas foram condenadas à morte por feitiçaria. Entenda o que motivou essa perseguição.

ESSENCIAL

6 UMA IMAGEM...

O recém-inaugurado Grande Museu Egípcio, que custou US$ 1,2 bilhão.

8 ... UMA OPINIÃO

A culpa é do estagiário. Só que não.

SUPERNOVAS

10 COLOQUEM AS CAPAS

Cientistas detectaram agrotóxicos na água da chuva.

15 POTENCIALMENTE NOCIVO

Conservante usado em xampus e alimentos pode afetar a nossa fertilidade.

16 ANOS DE CHUMBO

Na esteira de *O Agente Secreto*, conheça outros quatro filmes que ajudam a entender a ditadura.

18 EU USO ÓCULOS

Os *smart glasses* podem se tornar a próxima revolução digital.

12 ENQUANTO ISSO...
15 NÃO É BEM ASSIM
16 PÉROLAS DO STREAMING
19 VOCÊ DECIDE

↓

NÚMERO INCRÍVEL

3,9

BILHÕES DE REAIS. É QUANTO A FUNDAÇÃO NOBEL, RESPONSÁVEL PELO PRÊMIO, APLICA EM FUNDOS DE INVESTIMENTO.

P. 64

ORÁCULO

60 UMA PITADINHA

Se o sal de cozinha não é sal marinho, de onde ele vem?

62 PRATO DO DIA: LUZ

Existe algum animal que faz fotossíntese?

65 MANUAL

Como não cair em ciladas na Black Friday?

Amazone
80% OFF!

61 PÁ PUM
63 SÓ ACREDITO VENDO
64 CONEXÕES
64 LOST IN TRANSLATION

ÚLTIMA PÁGINA

66 50/50

Metade do Brasil tem menos de 35 anos; a outra metade, mais.

Capa Juliana Krauss | **Foto** Eduardo Dulla | **Assistente de foto** Igor Viana | **Edição de imagens** Luiz F. Pilato | **Modelo de mãos** Rafaela Reis

ines249

ines249

Foto **Bloomberg / Getty Images**

ines249

←

NA PÁGINA ANTERIOR: A máscara do faraó Tutancâmon exposta no recém-inaugurado Grande Museu Egípcio, na cidade de Gizé. A megaobra levou 20 anos para ser concluída e custou US$ 1,2 bilhão. Agora, com mais de 100 mil itens, é o maior museu do mundo dedicado a uma única civilização. No país africano, há o desejo de fazer com que artefatos do Egito Antigo que estão espalhados pelo globo voltem para casa: o famoso busto da rainha Nefertiti, por exemplo, está em Berlim, na Alemanha, enquanto a Pedra de Roseta, que permitiu a decifração dos hieróglifos, fica no Museu Britânico, em Londres.

A culpa é do estagiário. Só que não.

A lei que deveria garantir uma atividade complementar aos estudantes tem buracos, como a falta de benefícios adequados e uma fraca fiscalização. Entenda por que ela precisa de uma reforma.

POR MANUELA MOURÃO

Eu já quis ser bióloga marinha, internacionalista, advogada e, claro, jornalista. O que nunca me ocorreu é que, para todos esses cargos, eu teria que ser uma coisa antes: estagiária.

Nem uma trabalhadora por completo, nem só uma estudante. Alguma coisa no meio disso. O estágio é uma experiência peculiar, e cada um tem uma história diferente, com realidades que variam de bolsas generosas a valores simbólicos, de jornadas presenciais a regimes remotos, com ou sem benefícios.

Essas divergências têm uma origem comum: a Lei do Estágio, de 2008, que o definiu como uma atividade educativa ligada a determinado curso. Estudantes já trabalhavam antes em modelos similares, é claro – mas foi a primeira vez que estabeleceram-se os limites e

ines249

68% dos estagiários contribuem nas despesas domésticas, e 10% são a principal fonte de renda da casa.

as responsabilidades entre a empresa, o aluno e a instituição de ensino.

A lei dividiu os estágios em duas categorias: obrigatório (uma disciplina prática, muitas vezes na própria faculdade e sem remuneração) e não obrigatório, em geral feito numa empresa, que deve garantir bolsa, recesso remunerado e auxílio-transporte. A jornada é de até seis horas diárias e 30 horas semanais. O contrato pode durar, no máximo, dois anos.

Tudo isso, na teoria, visa garantir o equilíbrio entre estudo e trabalho, impedir a exploração e evitar o vínculo empregatício – afinal, o estágio não se enquadra na CLT. Na prática, não é bem assim.

"Se observarmos como o estágio realmente se desenvolve no dia a dia, todos os elementos típicos de um emprego estão presentes: a pessoalidade [*o contrato diz respeito a uma única pessoa física*], a habitualidade [*é uma atividade constante*] e a subordinação", diz Júlia Lenzi Silva, professora doutora do Departamento de Direito do Trabalho e da Seguridade Social da Faculdade de Direito da USP.

Além disso, a Lei do Estágio é uma "lei órfã" em termos de fiscalização: não está claro quem deve garantir o seu cumprimento. Nem o Ministério do Trabalho nem o da Educação dispõem de estrutura voltada para fazer isso de forma ativa.

Então, temos: uma legislação pouco específica, desatualizada e sem braço para fiscalização. Vamos entender as consequências desse desarranjo.

Enviar currículo

No Brasil, 20 milhões de alunos* podem estagiar. Mas não tem vaga para todo mundo. Hoje, existem 877 mil estagiários no País, segundo o Ministério do Trabalho e Emprego ①.

Para muitos, estagiar não é só uma opção, mas uma necessidade. De acordo com o CIEE (Centro de Integração Empresa-Escola), em 2024, 68% dos estagiários contribuíam de alguma forma nas despesas domésticas, 48% viviam em famílias com renda de até R$ 2.824 e 10% eram os principais responsáveis pelo sustento da casa ②.

A remuneração, contudo, está aquém do ideal. Em 2024, o valor médio nacional da bolsa-auxílio foi de apenas R$ 1.257,96 ③ – quase R$ 300 a menos que o salário mínimo.

Colabora para a dependência em relação ao estágio a falta de políticas robustas de permanência estudantil, que não acompanharam a expansão do Ensino Superior brasileiro nas últimas décadas: "O estágio garante mão de obra barata às empresas e, ao mesmo tempo, viabiliza a sobrevivência de alunos sem bolsas institucionais", diz Silva.

Além da questão econômica, a atual configuração dos estágios também não garante que os objetivos pedagógicos serão atingidos.

Em teoria, caberia às instituições de ensino acompanhar de perto as condições dos estágios. Cada estudante teria um orientador para incentivá-lo a vivenciar diferentes experiências profissionais, evitando vínculos prolongados com uma única empresa. Na prática, os professores "criam relatórios quase fictícios, muitas vezes feitos com modelos prontos ou até com ajuda de IA", afirma Silva.

Sem o apoio necessário, é comum que muitos desconheçam todos os seus direitos. Foi só depois de um ano de estágio na *Super* que descobri que é possível encurtar a jornada de trabalho durante a semana de provas.

Mas não é só o fim do semestre da faculdade que fica em segundo plano. Em um mercado de trabalho cada vez mais competitivo, no qual só metade dos estagiários costuma ser efetivada ④, há quem tope fazer horas extras, assumir funções de cargos superiores e aceitar bolsas pequenas – tudo em prol da promessa da CLT própria (ou de um pejotinha com alguns benefícios).

O verdadeiro propósito

É claro que existem coisas boas e nem todo estágio é sinônimo de exploração. Há muito valor em ser estagiário com vontade de aprender, participar de grandes projetos e desenvolver habilidades que ampliam o repertório profissional. Esse é, afinal, o verdadeiro propósito da coisa: ter caráter formativo.

O problema começa quando essa relação se inverte, e as empresas passam a depender da força de trabalho dos estagiários para funcionar. A grande ilusão está justamente em não reconhecer o estágio pelo que ele muitas vezes é: emprego, com todas as responsabilidades, mas sem os mesmos direitos.

No cenário ideal, seria preciso integrar universidades, empresas e o poder público em um sistema de acompanhamento e transparência – algo como uma plataforma nacional de controle de estágios, como o aplicativo do Gov.br para a Carteira de Trabalho.

Recentemente, a União Nacional dos Estudantes (UNE) e o Centro Acadêmico da Faculdade de Direito da USP propuseram uma atualização da Lei do Estágio. Ela estabelece um piso equivalente a um salário mínimo nacional. Além disso, pede por vale-refeição e vale-transporte obrigatórios, o fim de jornadas aos finais de semana, cotas raciais (além das que já existem para pessoas com deficiência) e a criação de um órgão fiscalizador no Ministério Público do Trabalho. Outra ideia, em tramitação no Senado, busca garantir um 13º e o direito de justificar faltas, além de assegurar uma organização coletiva dos estagiários.

Seriam ótimos primeiros passos, claro. Mas é preciso pensar além. "Sem políticas de permanência estudantil, reforma trabalhista e fiscalização efetiva, continuaremos apenas regulando a precarização", argumenta Silva.

Já faz tempo que estágio não se resume a pegar café. Uma greve dos 877 mil brasileiros que trabalham dessa forma faria a economia travar da noite para o dia. Se nos tornamos tão indispensáveis assim, nada mais justo do que uma legislação à altura.

---

*A lei vale para estudantes do Ensino Médio, Ensino Superior, Ensino Técnico, Educação Especial e da Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Fontes ① relatório "Empregabilidade Jovem Brasil 2024"; ② reportagem "CIEE: 10% dos estagiários são responsáveis pelo sustento da família"; ③ Nube; ④ Estatísticas Abres.

Agradecimentos Helenice Accioly, gerente de Recrutamento e Seleção do Nube; Seme Arone Jr, presidente da Associação Brasileira de Estágios.

ines249

SUPERNOVAS

→ **DESIGN** CAROLINE ARANHA

Agrotóxicos estão até na chuva

Cientistas franceses analisaram amostras de ar coletadas no observatório de Puy de Dôme, que fica no topo de uma montanha bem no centro do país, e fizeram uma descoberta ① estarrecedora: as nuvens continham nada menos do que 32 agrotóxicos diferentes (os mais comuns foram os herbicidas, com nove tipos detectados, e os inseticidas, com sete tipos). Em alguns casos, os níveis encontrados eram superiores aos permitidos pela legislação. Ou seja, a água da chuva já cairia contaminada. A lista também inclui dez agrotóxicos cujo uso já foi proibido na União Europeia. Segundo os pesquisadores, os produtos vieram de plantações distantes, trazidos pelo vento. Isso pode significar que a França toda esteja coberta por agrotóxicos – o estudo estima que as nuvens francesas contenham, ao todo, até 139 toneladas dessas substâncias. Não há trabalhos similares no Brasil. Mas, dado o alto consumo de agrotóxicos no País, não é improvável que ocorra um fenômeno similar. *(Bruno Garattoni)*

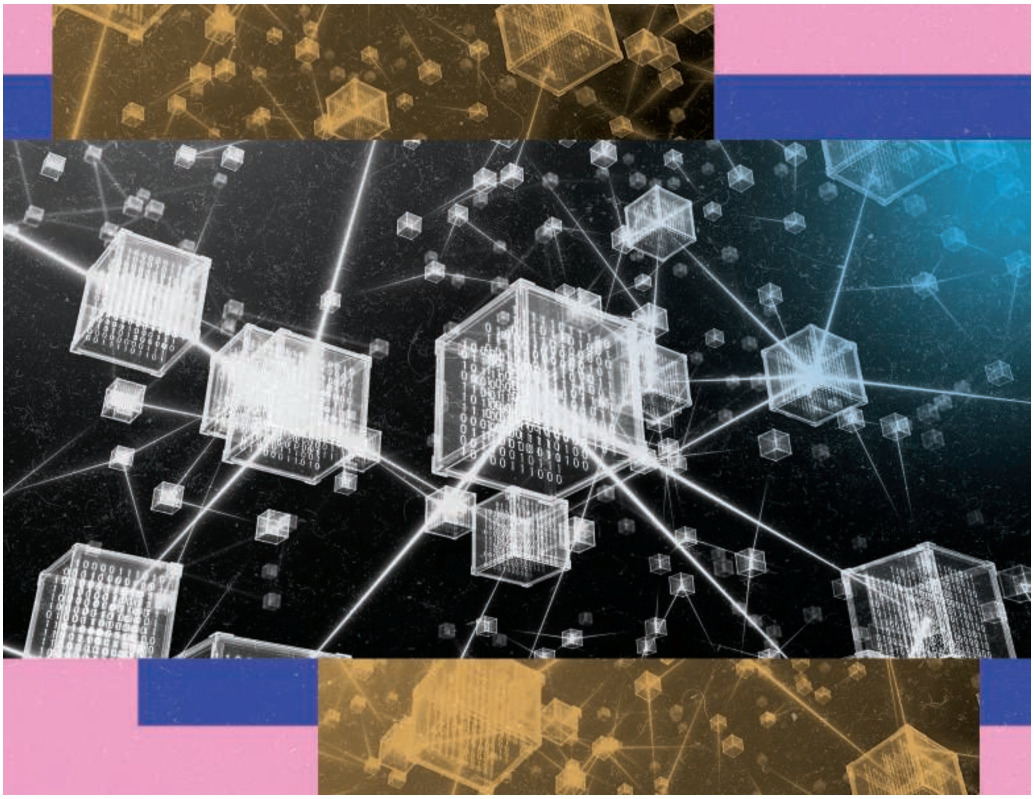
ines249

61

MIL BITCOINS, com valor aproximado de R$ 36,8 bilhões, foram confiscados com a chinesa Qian Zhimin, na maior apreensão de criptomoedas já realizada. Zhimin, que foi presa na Inglaterra, fugiu para o país após enganar quase 130 mil pequenos investidores chineses, cujo dinheiro arrecadou com promessas de investimento (e converteu em bitcoins para tentar escondê-lo). Ela estava foragida há cinco anos. (*BG*)

Cidade proíbe soprador de folhas

ZURIQUE, NA SUÍÇA, baniu o uso desse tipo de aparelho – que serve para limpar o chão, substituindo a vassoura, e recentemente começou a se popularizar no Brasil. Os sopradores fazem muito barulho, especialmente os modelos mais comuns, a gasolina. O plebiscito suíço abriu uma exceção para os sopradores elétricos, que poderão ser usados no outono, quando as árvores da cidade soltam folhas. (*BG*)



HACKERS ESCONDEM VÍRUS EM BLOCKCHAINS

Eles são o elemento base das criptomoedas. Mas também podem ter outro uso.

OS BLOCKCHAINS são conjuntos de blocos de dados, armazenados simultaneamente em muitos computadores conectados à internet – e impossíveis de alterar depois de escritos. Eles funcionam como depósitos descentralizados e seguros para informações online. Por isso, os blockchains são utilizados para registrar transações com criptomoedas, como o bitcoin. Mas também se prestam a outro fim. Um grupo de pesquisadores de segurança do Google descobriu ② que grupos de hackers estão usando blockchains para armazenar vírus e outras ferramentas de ataque. Os blockchains estão fora do alcance das autoridades, e não podem ser apagados – o que também vale para eventuais vírus guardados neles.

Os pesquisadores também descreveram uma técnica, batizada de EtherHiding (referência à criptomoeda ethereum), que permite esconder vírus em "contratos inteligentes": softwares legítimos, usados para transferir automaticamente criptomoedas entre duas pessoas quando uma determinada condição (como a prestação de um serviço, por exemplo) é alcançada. Com a EtherHiding, um vírus é executado junto com o contrato. Segundo os pesquisadores, a técnica já está sendo usada por hackers norte-coreanos. (*BG*)

"Eu disse: 'ChatGPT, você tem números para mim?'",

CONTOU A AMERICANA CARRIE EDWARDS, que mora no estado da Virgínia e ganhou US$ 150 mil na loteria Powerball usando números gerados por inteligência artificial. Edwards, que se disse "muito abençoada" pelos números do bot, resolveu doar todo o prêmio: deu uma parte para uma ONG que apoia portadores de demência frontotemporal (a doença que afeta o ator Bruce Willis), outra para um grupo de veteranos da Marinha dos EUA e o resto para uma fazenda que distribui alimentos a pessoas carentes. (*BG*)

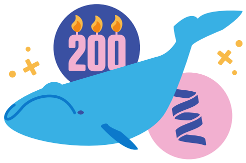
Imagem Midjourney. **Foto** Getty Images. **Fontes** ① "Are clouds a neglected reservoir of pesticides?";
② "DPRK adopts EtherHiding: nation-state malware hiding on blockchains".

ines249

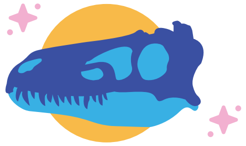
Vini Jr. e Virginia assumiram o namoro com foto no Instagram, mostrando um quarto decorado com balões.

ENQUANTO ISSO...

Texto Manuela Mourão
Ícones Caroline Aranha



Cientistas descobriram que os altos níveis da proteína CIRBP, também presente em humanos, podem explicar a longevidade das baleias-da-groenlândia (200 anos) Ⓐ.



Paleontólogos classificaram pequenos fósseis de tiranossauro rex como uma nova espécie: a *Nanotyrannus lancensis* Ⓑ.

Um estudo revelou um antibiótico até 100 vezes mais potente que os atuais – uma promessa contra bactérias super-resistentes Ⓒ.

Uma análise de DNA mostrou que o exército de Napoleão foi infectado por duas bactérias que, somadas ao frio, forçaram as tropas a recuar da Rússia Ⓓ.

Fontes Ⓐ Universidade de Rochester; Ⓑ Universidade Estadual da Carolina do Norte; Ⓒ Universidade de Warwick (Reino Unido); Ⓓ Instituto Pasteur.

QUEM CUIDARÁ DE NÓS NA VELHICE?

A promoção de cuidado requer responsabilidade coletiva com envolvimento da família, apoio comunitário e serviços formais.

Em um consultório de saúde, acolhi uma mulher de 75 anos, viúva, que morava sozinha. Tinha dois filhos, duas netas e uma amiga próxima. Sua saúde se agravou, ela passou a depender de ajuda em atividades cotidianas e precisou se mudar para a casa de um dos filhos, em outra cidade. Essa história não está distante da nossa realidade – pode ser uma situação que você esteja vivendo hoje com avós ou pais, ou pode ser um reflexo do que muitos de nós poderemos enfrentar no futuro.

A rede de cuidado familiar é composta por parentes, amigos e vizinhos. A família ainda é a principal fonte de apoio aos idosos (90,8%). Normalmente, o cuidado é assumido por uma única pessoa – quase sempre uma mulher (72,1%) – esposa, filha ou até uma vizinha. Esse perfil é marcado por normas culturais, expectativas de gênero e pela própria história de vida das famílias. As mudanças na estrutura das famílias, que estão menores e muitas vezes vivem em cidades diferentes, resultam em menos tempo e recursos para oferecer o cuidado. Ao mesmo tempo, a população está envelhecendo rápido em um contexto de desigualdades sociais e, consequentemente, a necessidade de cuidado cresce, mas a oferta não acompanha esse ritmo.

Por isso, pensar no cuidado como um direito social e uma responsabilidade de todos (família, comunidade e Estado) é essencial. Isso significa fortalecer políticas públicas já existentes e implementar a Política Nacional de Cuidados, aprovada em 2024. São necessários investimentos em serviços de saúde e da assistência social como: centro de convivência, centro-dias, cuidados domiciliares, instituições de longa permanência, entre outros, para ampliar a rede de cuidado formal e garantir os cuidados à saúde, proteção social básica e especializada. O cuidado também pode ser fortalecido por redes comunitárias, programas de apoio às famílias e a ajuda de amigos e vizinhos.

Para a pergunta “quem cuidará de nós na velhice?”, a resposta pode não ser um filho, ou um parente. Talvez seja um vizinho, um amigo ou um cuidador profissional. Cultive sua rede de cuidados, fortaleça os laços familiares, valorize as amizades e participe da sua comunidade. Se possível, planeje-se financeiramente. Cuidar de você hoje é cuidar da sua velhice no futuro.

Daniella Pires Nunes é professora associada e coordenadora de extensão da Faculdade de Enfermagem da Unicamp, mestre e doutora em Ciências da Saúde e especialista em gerontologia pela Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia (SBGG).

longevidade

Referências "Cuidado e limitações funcionais em atividades cotidianas", Giacomin KC, Duarte YAO, Camarano AA, Nunes DP, Fernandes D.; "The changing demography of late-life family caregiving: A research agenda to understand future care networks for an aging U.S. population", Freedman VA e outros.

ines249

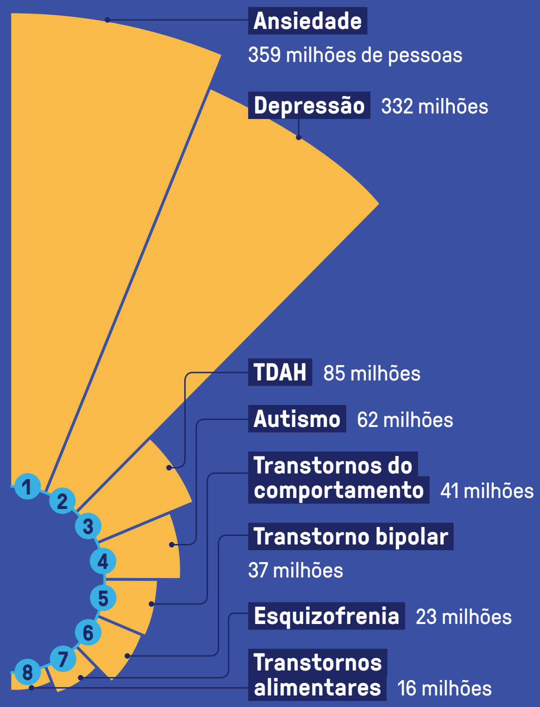
Uma em cada oito pessoas tem algum transtorno mental

Problema causa forte impacto econômico – e um número assustador de suicídios.

NO MUNDO, **1,095 BILHÃO DE PESSOAS** VIVEM COM UM PROBLEMA PSICOLÓGICO.

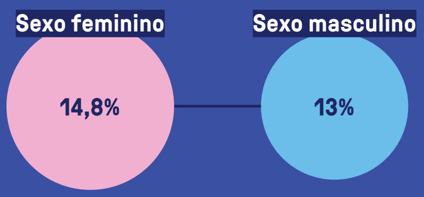
ANSIEDADE E DEPRESSÃO LIDERAM...

Transtornos mais comuns.



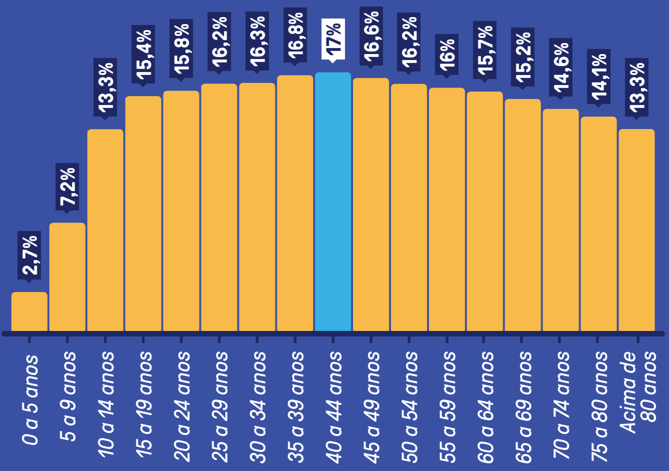
...AS MULHERES SÃO MAIS ATINGIDAS...

Percentual da população com algum transtorno.

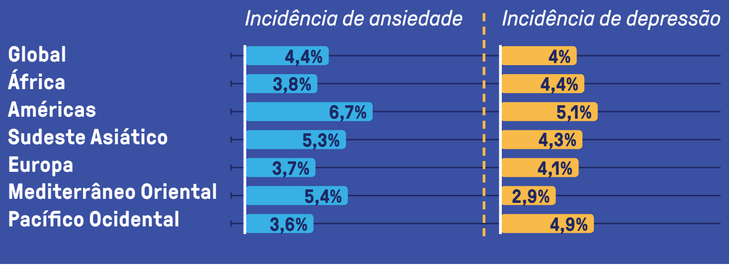


...A MEIA-IDADE É O PERÍODO MAIS CRÍTICO...

Percentual da população com algum transtorno.



...E AS AMÉRICAS SÃO O CONTINENTE MAIS AFETADO.



DEPRESSÃO E **ANSIEDADE** CAUSAM A PERDA DE

12 BILHÕES

DE DIAS DE TRABALHO POR ANO, A UM CUSTO DE

US$ **1 TRILHÃO**

SOMADOS, OS PROBLEMAS PSICOLÓGICOS LEVAM A

727 MIL SUICÍDIOS

POR ANO.

Fonte "World mental health today – latest data", OMS, 2025.

45%

DAS RESPOSTAS GERADAS POR IA a respeito de notícias contêm pelo menos uma incorreção. Foi esse o resultado de um estudo ③ feito por 22 organizações jornalísticas de 18 países, que analisaram mais de 3 mil respostas do ChatGPT, do Gemini e do Perplexity. O Gemini, do Google, foi o que se saiu pior na análise: 76% das suas respostas sobre o noticiário tinham algum problema. O erro mais frequente, em todas as IAs, foi de atribuição (o bot não diz de onde tirou as informações), seguido pelas "alucinações" – quando a IA simplesmente inventa coisas que não aconteceram. *(BG)*

Fonte ③ "News integrity in AI assistants – an international PSM study".

ines249

3 NOTÍCIAS SOBRE

Escolas dos EUA

Elas continuam sofrendo tiroteios. E buscam soluções.

1.

15 estados já permitem professores armados

Mas essa medida, que foi se alastrando pelo país nos últimos anos, não se traduz numa efetiva redução dos atentados estudantis (em que um aluno ou ex-aluno promove uma matança na escola).
A conclusão é de uma análise ④ da ONG americana Everytown Research, que elencou os verdadeiros fatores do problema: ambiente opressivo, pouco auxílio psicológico e acesso fácil a armas. *(BG)*

2.

Minnesota quer banir armas semiautomáticas

O estado, que recentemente foi palco de um atentado estudantil com três mortos e 30 feridos, cogita proibir a venda e a posse dessa classe de armamentos – que foi desenvolvida para uso militar e é muito mais letal (pois dispara um número maior de balas e recarrega mais depressa). Entre 1994 e 2004, os EUA baniram as armas semiautomáticas, e houve queda no número de mortes em escolas. *(BG)*

3.

Flórida implanta sistema de defesa com drones

As escolas do estado já começaram a usar os aparelhos, desenvolvidos pela empresa Campus Guardian Angel. Cada escola recebe uma caixa selada contendo seis drones. Em caso de atentado, a caixa é aberta remotamente pelos operadores da empresa, que então pilotam os drones até o(s) atirador(es). Eles têm câmeras, para orientar a entrada da polícia, e também carregam armas não letais. *(BG)*

Gordura interfere no relógio biológico

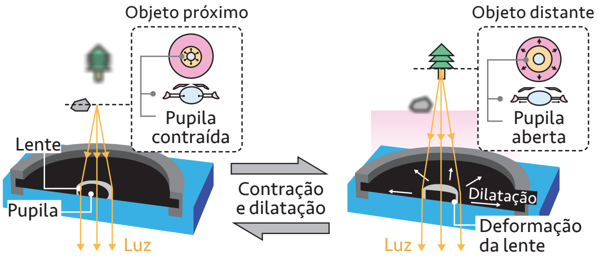
Ela tem o poder de desregular o ritmo circadiano, o mecanismo que controla as funções do organismo de acordo com o horário (o corpo prefere renovar células ou combater infecções, por exemplo, durante a noite). Cientistas dos EUA e da Dinamarca alimentaram ratos com uma dieta rica em gordura e descobriram ⑤ que isso acelerava a degradação de uma proteína chamada PER2, cujos ciclos de formação e decomposição são um elemento central do relógio biológico. Além de atrapalhar o sono, a desregulação do relógio biológico pode aumentar o risco de doenças cardíacas. *(BG)*

Lente artificial imita o olho humano

Ela tem uma pupila que abre e fecha – e poderá ser usada em robôs.

1. A LENTE

Ela é feita de um gel que contém grafeno – e consegue se contrair sozinha de acordo com a luminosidade do ambiente.



2. O FOCO

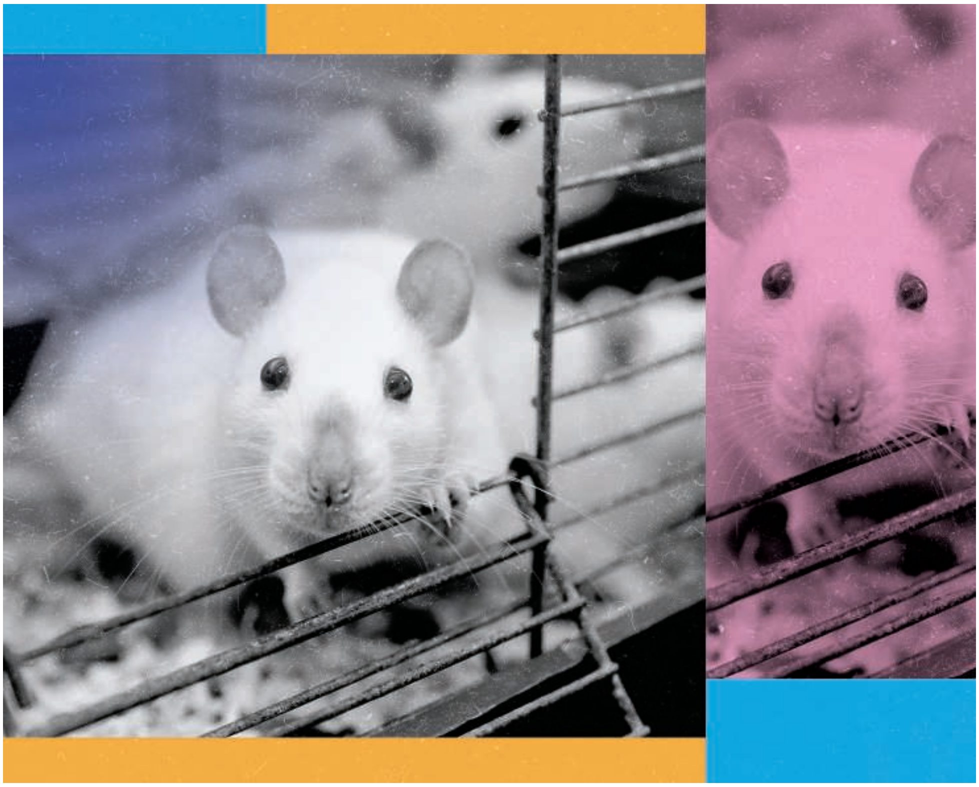
Objetos mais distantes refletem mais luz para a lente. Isso aquece o grafeno e contrai o gel, abrindo a pupila e focalizando a imagem.

3. A VANTAGEM

O sistema não requer eletricidade, e é mais compacto e robusto do que as lentes convencionais.

Fonte "Bioinspired photoresponsive soft robotic lens".

ines249



CONSERVANTE PODE REDUZIR A FERTILIDADE

E o efeito persiste por três gerações, mostra experiência em ratos.

Cientistas chineses demonstraram que o propilparabeno, conservante muito usado em xampus, cremes, remédios e alimentos industrializados, tem um efeito nocivo sobre a fertilidade. Pelo menos em ratas. Eles expuseram ⑥ cobaias grávidas à mesma quantidade dessa substância (em mg de propilparabeno por grama de peso corporal) que os humanos costumam receber no dia a dia. Resultado: as três gerações seguintes de ratas apresentaram dificuldades reprodutivas. O propilparabeno reduziu a reserva ovariana das cobaias (número de óvulos viáveis que as ratas produziram ao longo da vida). Ele foi injetado na corrente sanguínea, ou seja, há uma diferença em relação à exposição humana, que geralmente ocorre via pele ou sistema digestivo. Se a substância tiver o mesmo efeito em pessoas, pode ser uma das responsáveis pela queda nos índices de natalidade no mundo. Será necessário fazer mais estudos para comprovar isso. Mas a Europa já proibiu o propilparabeno em alimentos; a Califórnia, nos EUA, também em cosméticos. (*BG*)

Analgésicos deixam bactéria mais resistente

Que o uso indiscriminado de antibióticos estimula o surgimento de bactérias resistentes, todo mundo sabe. A novidade é que analgésicos de uso comum, como ibuprofeno e paracetamol, também podem ter esse efeito. Foi o que constatou um estudo ⑦ publicado por cientistas da Universidade do Sul da Austrália, que fizeram experiências de laboratório com a *Escherichia coli* – uma bactéria comum, mas que também pode causar infecções intestinais graves. Eles descobriram que o ibuprofeno e o paracetamol aumentam a frequência de mutações da *E. coli*, tornando-a resistente à ciprofloxacina (um dos antibióticos "de último recurso", só usados quando os demais já falharam). (*BG*)

NÃO É BEM ASSIM...

Notícias que bombaram por aí – mas não são verdade

A NOTÍCIA

Energia limpa já supera a fóssil

O QUE ELA DIZIA

As energias limpas e renováveis ultrapassaram o carvão – e se tornaram, pela primeira vez, a maior fonte de eletricidade do mundo moderno.

A VERDADE

O dado foi extraído de um relatório ⑧ da empresa de pesquisa energética Ember, e está correto. As energias solar e eólica forneceram 5.072 terawatts-hora, no mundo, ao longo do primeiro semestre deste ano, contra 4.896 terawatts-hora advindos da queima do carvão. O problema é que as notícias baseadas no relatório omitem um ponto crucial: esses números se referem à eletricidade, que corresponde a apenas 20% de todo o consumo energético global ⑨. Os outros 80%, que incluem coisas como aviação, siderurgia e produção de concreto, por exemplo, não usam eletricidade – e seguem dependendo de combustíveis fósseis. (*BG*)

Fontes ④ "Unpacking arming teachers laws"; ⑤ "Unsaturated fat alters clock phosphorylation to align rhythms to the season in mice"; ⑥ "Transgenerational inheritance of diminished ovarian reserve triggered by prenatal propylparaben exposure in mice"; ⑦ "The effect of commonly used non-antibiotic medications on antimicrobial resistance development in *Escherichia coli*"; ⑧ "Solar and wind met all electricity demand growth, leading to a slight fall in fossil fuel generation"; ⑨ International Energy Agency (IEA).

ines249

Nunca mais

O filme *O Agente Secreto* tem ganhado tanta repercussão quanto *Ainda Estou Aqui*. Em comum, ambos têm a ditadura militar como pano de fundo. Conheça outras obras que ajudam a entender esse período inglório do Brasil. **Texto** Rafael Battaglia • **Design** Rafaela Reis

Eles Não Usam Black-Tie (1981)

Em 1958, Gianfrancesco Guarnieri escreveu uma peça sobre uma família de operários. O pai é líder sindical de uma fábrica. Seu filho trabalha no mesmo lugar – mas, prestes a ter um bebê e com medo de perder o emprego, ele decide furar uma greve. Na ditadura, a peça foi alvo de censura. A adaptação para o cinema saiu no fim do regime – e virou um manifesto sobre a luta dos trabalhadores.

Onde ver: Looke, Globoplay e Telecine

O Ano em que Meus Pais Saíram de Férias (2006)

Em 1970, Mauro aguarda ansioso pelo Brasil na Copa do Mundo. Mas a sua vida muda da noite para o dia quando os seus pais o deixam com o avô. "Saem de férias", sem data para voltar. O avô de Mauro morre, e quem passa a cuidar dele é Shlomo, um senhor judeu. O diretor, Cao Hamburger (de *Castelo Rá-Tim-Bum*), viveu algo parecido na infância: seus pais foram presos pelo regime militar.

Onde ver: Netflix

O Dia que Durou 21 Anos (2012)

Assinado pelos jornalistas Camilo Tavares e seu pai, Flávio Tavares (que foi militante contra o regime), o documentário mostra como os EUA influenciaram a queda do presidente João Goulart, em 1964. Sob a justificativa de que ele aumentaria a influência do bloco comunista na América Latina, os americanos instigaram os militares brasileiros e financiaram a oposição a Jango.

Onde ver: YouTube

Batismo de Sangue (2007)

A luta armada contra a ditadura contou com o apoio de frades dominicanos. Pois é: essa é a história contada neste filme, estrelado por Daniel de Oliveira e Caio Blat. O longa mostra como Frei Betto, Frei Tito e outros frades ajudaram o grupo guerrilheiro do ex-deputado federal Carlos Marighella. Eles sofreram tortura, serviram de isca na emboscada que culminou na morte de Marighella e, depois, foram exilados.

Onde ver: Looke

PÉROLAS DO STREAMING

DOCUMENTÁRIO

O Golpe da Boy Band (2019)

YouTube

O que o NSYNC e os Backstreet Boys têm em comum? Fora o sucesso e as músicas grudentas, ambos tiveram o mesmo empresário, Lou Pearlman, poderoso executivo do showbiz nos anos 1990. O problema: Pearlman liderou um dos maiores esquemas de pirâmide dos EUA, que rendeu US$ 300 milhões em dívidas.

DOCUMENTÁRIO

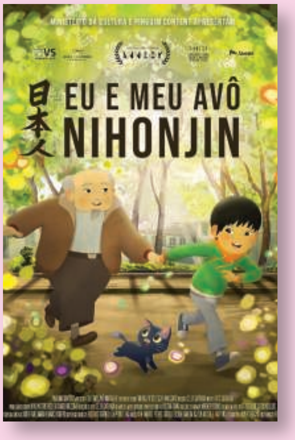
Verissimo (2024)

Globoplay

O diretor Angelo Defanti teve a difícil tarefa de documentar Luis Fernando Verissimo, conhecido pela timidez. Em vez de longas entrevistas (das quais sairiam meia dúzia de palavras), Defanti montou acampamento na casa do escritor em Porto Alegre. Em meio a festas da família e jogos do Inter, o resultado é um delicado retrato da vida do cronista, que morreu em agosto.

ines249

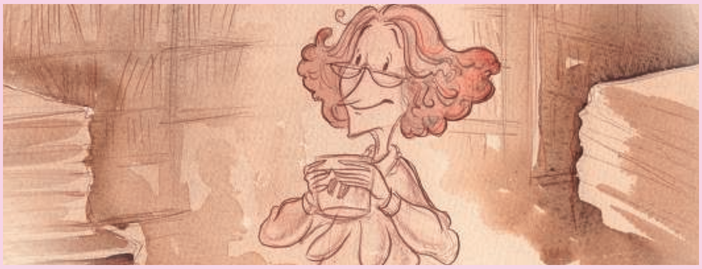
ESPECIAL ANIMAÇÕES BRASILEIRAS



CONEXÃO BRASIL-JAPÃO

Em 2012, *Nihonjin* ("Japonês") ganhou o Prêmio Jabuti de Melhor Romance. Treze anos depois, o livro de estreia do escritor paranaense Oscar Nakasato serviu de inspiração para este longa dirigido por Célia Catunda. A história apresenta Noboru, um jovem de 10 anos descendente de imigrantes japoneses que vieram para o Brasil no século 20. O menino investiga o passado da sua família a partir do seu avô – e descobre a existência de um tio do qual ele nunca tinha ouvido falar.

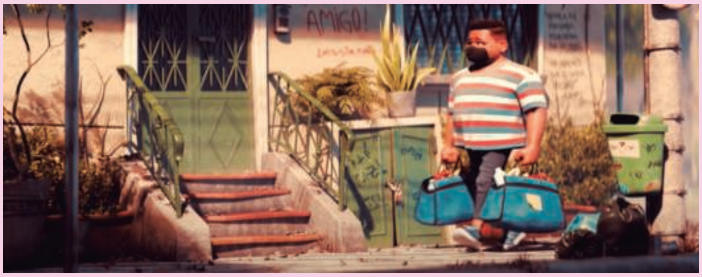
Eu e Meu Avô Nihonjin. Desde outubro nos cinemas.



8 mil desenhos à mão

Guida é uma gentil senhora que trabalha há 30 anos como arquivista. Certo dia, sua rotina monótona se transforma ao ver um anúncio à procura de modelos vivos para aulas de desenho. Este curta de Rosana Urbes ganhou dezenas de prêmios mundo afora e traz uma reflexão sobre o poder transformador da arte. *(Rafaela Reis)*

Guida. Disponível no YouTube.



Moro em Jaçanã

Nas ruas do Jaçanã, na zona norte de São Paulo, Dinho ajuda a levar as compras do dia a dia para a sua vizinha, Dona Edi. O ano é 2021, e a pandemia impede que ela saia de casa. Com vozes dos rappers Criolo e Emicida, *Tamo Junto* é um curta do diretor Pedro Conti, que já trabalhou em animações da Disney e da Netflix. Aqui, ele comanda uma sensível história sobre união e que exalta o seu bairro natal.

Tamo Junto. Disponível no YouTube.

Recomendação da equipe de texto

CLAUDIO ANGELO
O SILÊNCIO DA MOTOSSERRA
QUANDO O BRASIL DECIDIU SALVAR A AMAZÔNIA

MILAGRE AMAZÔNICO

A Amazônia já perdeu 20% de sua área original para o desmatamento – número que seria maior se o País não tivesse decidido salvar o bioma 20 anos atrás. O jornalista Claudio Angelo narra como se deu essa diminuição com um dos responsáveis pelo plano, o engenheiro florestal Tasso Azevedo. (*Eduardo Lima*)

O Silêncio da Motosserra, R$ 83.

Recomendação da equipe de arte

TOBIAS & TOTÓ

BONS DE FARO

Com gostinho de *Sessão da Tarde*, esta HQ, cheia de boas ilustrações, é estrelada por dois detetives que chegam a São Poodle, terra do peixe fresco. Quando uma amiga desaparece, eles decidem investigar – e descobrem uma rede de conspirações que está afetando a comida da cidade. *(Rafaela Reis)*

Tobias & Totó e a Cidade dos Enlatados. R$ 39. @tototo.on

FILME

A Melhor Mãe do Mundo (2025)

Netflix

Fugindo do marido violento, a catadora Gal atravessa São Paulo a pé puxando seus dois filhos numa carroça. O maior desafio, além de encontrar comida e abrigo, é fazer a odisseia parecer só uma aventura para os pequenos. Com ótimas atuações, é um bom drama de Anna Muylaert (*Que Horas Ela Volta?*).

DOCUMENTÁRIO

O Lendário Martin Scorsese (2025)

Apple TV+

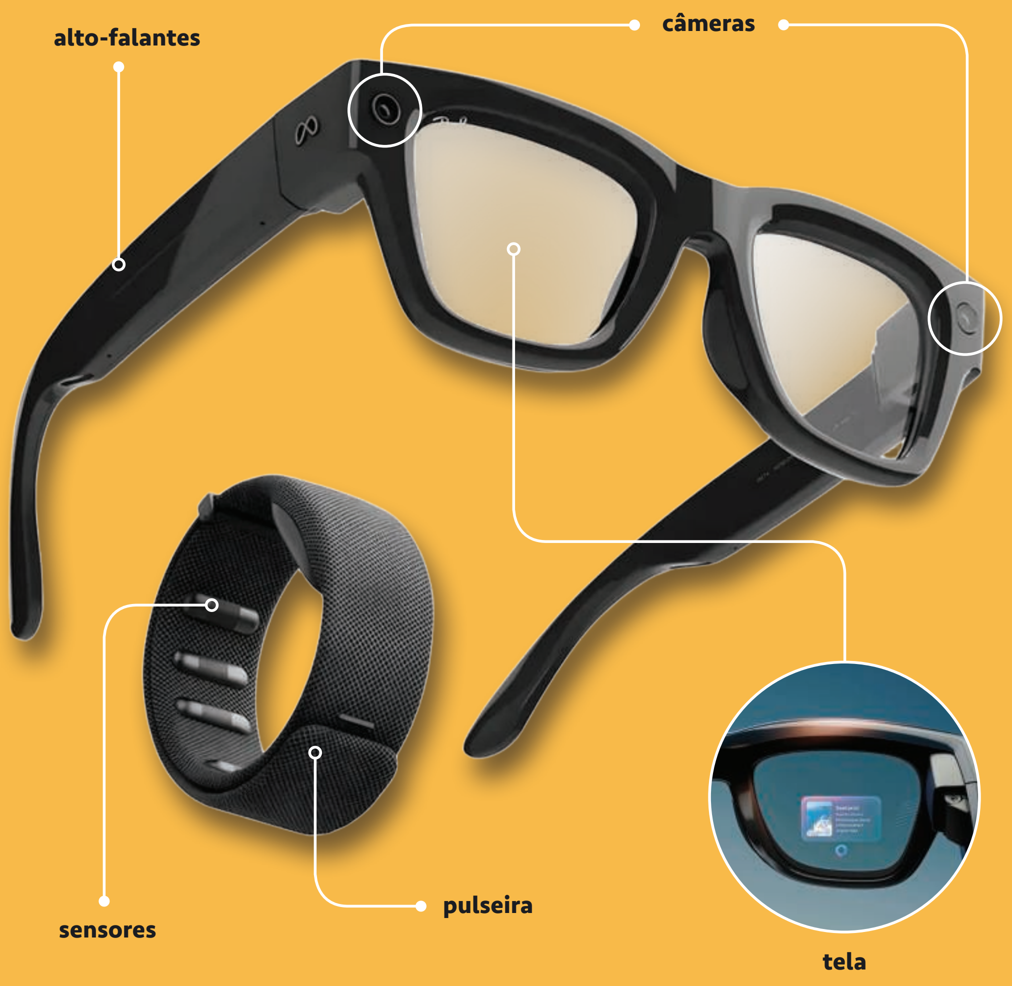
Esta série entrevista amigos de infância, colegas de trabalho e, claro, o próprio Scorsese para um mergulho profundo em sua vida. Em quatro episódios, entendemos como o cristianismo, a infância pobre e a proximidade com a violência da máfia moldaram o diretor de *Taxi Driver* e *Os Bons Companheiros*.

Imagens Reprodução/Divulgação.

ines249

A próxima transformação

Os óculos com tela integrada têm o potencial de revolucionar a sociedade – mais até do que os smartphones. E o primeiro deles acaba de ser lançado nos EUA. ***Texto** Bruno Garattoni* ***Design** Rafaela Reis*



Os Meta Ray-Ban Display (US$ 800) têm uma tela na lente direita. Ela é invisível para as outras pessoas, pois usa a tecnologia *waveguide*: a luz (gerada por um microprojetor embutido na armação) se propaga por canais esculpidos na lente. Dá para ler mensagens, usar mapas ou consultar uma IA e ler a resposta nas lentes. Os óculos também traduzem idiomas (legendando a fala da outra pessoa), tocam músicas e podcasts, tiram fotos e gravam vídeos. Vêm com uma pulseira que detecta os movimentos dos dedos – para clicar em algo, basta encostar o polegar no indicador. A bateria dura seis horas. Os *smart glasses* podem se tornar a próxima grande categoria de gadgets (acredita-se que a Apple esteja desenvolvendo um), e mudar profundamente as relações humanas. Ao conversar com alguém, você não terá como saber se a pessoa está lendo algo. Ou se está usando IA durante uma aula ou reunião, por exemplo. Os óculos digitais podem tornar obsoletas as escolas de idiomas. E permitir que as pessoas filmem umas às outras, secretamente, em todos os lugares (os óculos da Meta acendem LEDs para alertar quando estão filmando, mas esse mecanismo já começou a ser hackeado). E diversas outras coisas, hoje impossíveis de imaginar. Usar óculos inteligentes é como ter um smartphone invisível – bem na frente dos olhos.

ines249

Testemunha ocular

À primeira vista, a Garmin Varia Vue parece só mais uma lâmpada para bicicleta, dessas que você prende ao guidão. Mas ela tem um truque interessante, que ajuda a justificar seu preço (US$ 550): também é uma câmera 4K, que captura automaticamente os últimos dois minutos de vídeo – e, se detectar uma queda (ela consegue fazer isso pois tem um sensor de movimento), continua gravando. Com isso, o ciclista passa a ter como provar que foi fechado ou atingido por algum carro.

Refrigerado a água

O smartphone Redmagic 11 Pro+ (690 euros) vem com o chip Snapdragon 8 Elite Gen 5 e 24 gigabytes de memória RAM, que fazem dele o modelo mais potente do mercado. Trata-se do primeiro celular com um sistema de refrigeração líquida (tecnologia usada em PCs de alta performance). Ele também tem outros truques: sua câmera frontal fica oculta sob a tela (uma OLED de 6,85"), e o aparelho tem dois botões físicos nas laterais, que podem ser usados em games. A bateria, de silício-carbono, oferece 7.500 mAh de capacidade (50% a mais que um Galaxy S25 Ultra, por exemplo).

Arsenal sonoro

A marca dinamarquesa Bang & Olufsen é conhecida pelos produtos com design arrojado. A Beosound 2 Gradient Collection é um bom exemplo disso: parece mais um objeto de decoração do que uma caixa de som Bluetooth. Ela mede 43 cm de altura e tem um difusor acústico que dispara o som em todas as direções, ajudando a preencher o ambiente, bem como um sistema que analisa a acústica da sala e corrige digitalmente o som para compensá-la. Trata-se de uma edição limitada, disponível em dez cores, ainda mais cara do que a Beosound 2 tradicional: custa 5.300 euros.

22:00
100 cal
89 bpm
INHALE

IOGA ESTATÍSTICA

O tapete de ioga YogiFi Smart Mat pode ser usado até por quem nunca fez esse exercício: vem com um app que ensina as principais posições, e também informa se você está fazendo direito (o tapete tem sensores que detectam as posições do corpo). O YogiFi também coleta dados como frequência cardíaca, calorias queimadas, precisão e estabilidade dos movimentos, e mostra tudo em gráficos no aplicativo. Custa US$ 200, mais uma mensalidade de US$ 8.

VOCÊ DECIDE

Os projetos mais interessantes do mundo do crowdfunding

Caixa perfeita

kickstarter.com

Projeto Popur S7
O que é Uma caixa de areia autolimpante. Depois que o gato faz as necessidades, a caixa aciona um mecanismo que coleta o cocô, joga num saquinho de lixo (armazenado dentro de um compartimento) e revira a areia, deixando-a pronta para o próximo uso.
Quanto já arrecadou US$ 1,1 milhão
Chance ●●●●○

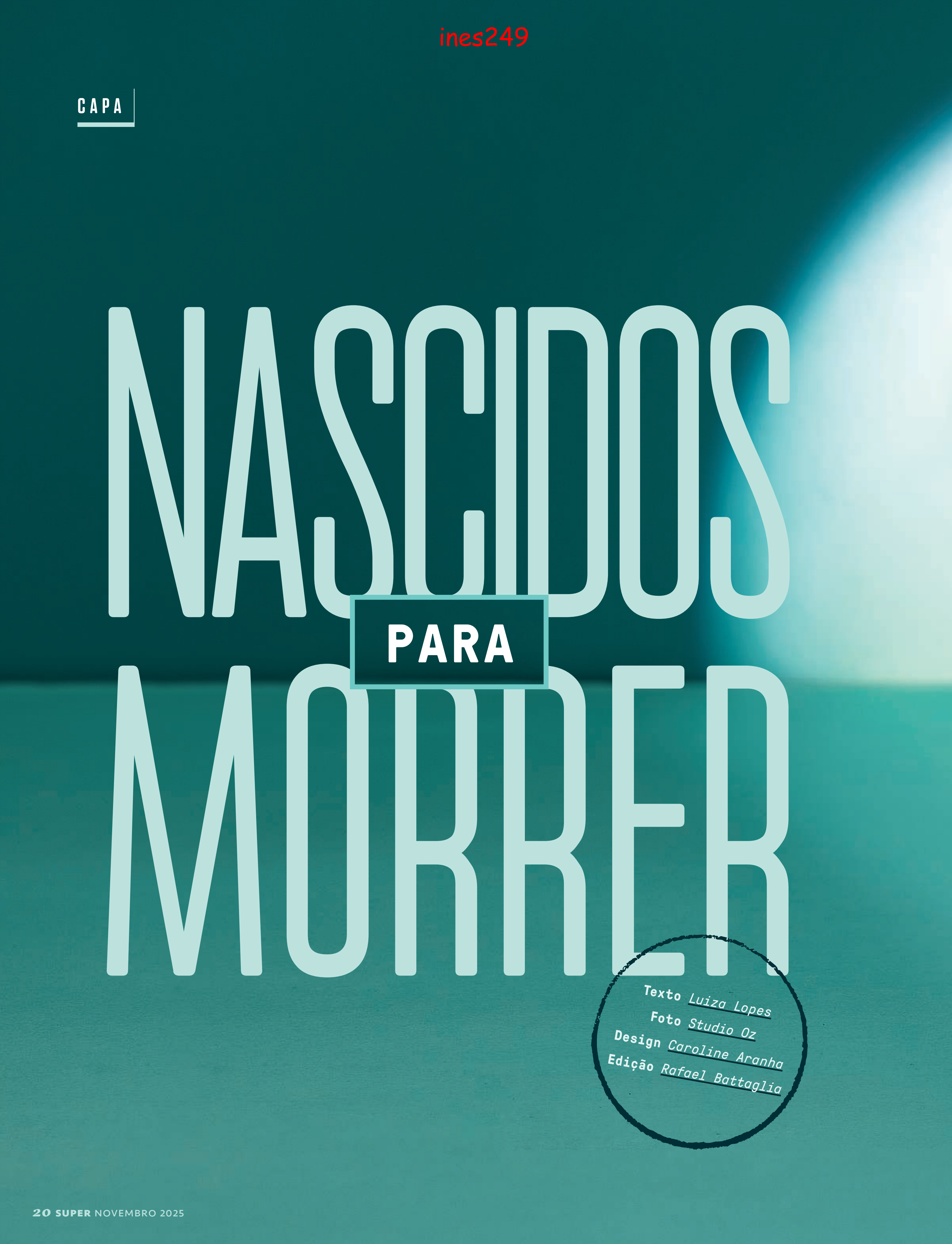
Escrita silenciosa

indiegogo.com

Projeto ATM 98
O que é O primeiro teclado mecânico 100% silencioso. Os teclados mecânicos (com molas sob as teclas) proporcionam uma digitação mais rápida e confortável do que os modelos tradicionais (que usam membranas de borracha), mas costumam ser barulhentos. Este é diferente: tem oito camadas internas, que prometem absorver todo o som das teclas. Foi criado pela marca chinesa Angry Miao, conhecida pelos teclados de alta qualidade.
Quanto já arrecadou US$ 28 mil
Chance ●●●○○

Fotos Reprodução/Divulgação.

ines249



NASCIDOS PARA MORRER

Texto Luiza Lopes
Foto Studio Oz
Design Caroline Aranha
Edição Rafael Battaglia

ines249

COELHO
(Oryctolagus cuniculus)
Usado historicamente em avaliações de irritação de pele e olhos.

Em julho, o Brasil proibiu o uso de animais em testes de cosméticos. Saiba como funcionam os métodos alternativos mais estudados pela ciência – e entenda se, um dia, será possível aposentar os bichos de vez.

ines249

N

Num laboratório silencioso, entre fileiras de gaiolas metálicas, um camundongo branco é pesado e catalogado. Ele nunca verá o Sol nem deixará a jaula. Foi criado para um único propósito: testar se uma nova substância é segura para humanos. Nasceu para morrer.

O seu corpo pequeno e anônimo move uma engrenagem que sustenta a ciência há séculos. Todos os dias, animais participam de estudos que antecedem a chegada de medicamentos, vacinas, cosméticos e agrotóxicos ao mercado.

Como testar se determinado produto causa câncer? Expondo camundongos a essa substância por toda a vida. Como verificar a compatibilidade de implantes? Colocando próteses e válvulas cardíacas em porcos. E a eficácia de uma vacina? Imunizando macacos – e observando sua resistência ao vírus.

Hoje, estima-se que 115 milhões de animais sejam usados todos os anos em atividades científicas pelo mundo. Mas, afinal: até que ponto é aceitável submeter esses seres a procedimentos que, por vezes, não seriam moralmente toleráveis em humanos?

Não só: testes em animais nem sempre reproduzem com precisão o funcionamento do corpo humano. Mesmo compartilhando semelhanças biológicas, as diferenças entre espécies são profundas. “O homem não é um rato de 70 quilos”, disse ao *New York Times* Thomas Hartung, toxicologista da Universidade Johns Hopkins.

115 MILHÕES

ESTIMATIVA DE ANIMAIS USADOS ANUALMENTE EM PESQUISAS E TESTES NO MUNDO.

ines249

CAMUNDONGO *(Mus musculus)*

Espécie mais usada em pesquisas biomédicas e testes toxicológicos. São escolhidos por sua genética bem conhecida e facilidade de manejo.

Em 2004, a FDA (a Anvisa dos EUA) estimou que 92% dos fármacos que passam da fase pré-clínica (que incluem animais) não chegam ao mercado devido à falta de eficácia e problemas de segurança nos testes com os bichos. Mesmo com esforços para melhorar as metodologias, a taxa de falha saltou para 96%.

"É possível que a pesquisa com animais seja, no geral, mais custosa e prejudicial do que benéfica para a saúde humana", escreveu a neurologista Aysha Akhtar, membro do Centro de Ética Animal de Oxford, em um artigo sobre o tema ①. "Seria melhor direcionar esses recursos para o desenvolvimento de tecnologias mais precisas e baseadas no ser humano."

É em meio a esse debate ético e científico que se encaixam os chamados métodos alternativos, ou New Approach Methodologies (NAMs): técnicas que buscam reproduzir experimentos tradicionais sem animais, com maior precisão e menor sofrimento.

A ideia não é nova. Em 1959, os zoólogos William Russell e Rex Burch formularam as bases para esse movimento, num conceito batizado de "3Rs": *Replacement* (substituição de animais sempre que possível), *Reduction* (uso do menor número necessário) e *Refinement* (aperfeiçoamento dos métodos para minimizar dor e estresse). Mas foi só nas últimas décadas que o avanço tecnológico permitiu às NAMs ganhar espaço dentro dos laboratórios.

Em julho, o presidente Lula sancionou uma lei que proíbe o uso de animais em testes para cosméticos, perfumes e produtos de higiene. É um setor com estratégias interessantes de substituição (falaremos sobre elas em breve). Mas será que outras áreas estão prontas para abandonar os bichinhos? É o que veremos nas próximas páginas.

Do começo

Na Grécia Antiga, Aristóteles observava diferentes espécies em busca de padrões que explicassem o funcionamento do corpo. Isso ajudou a formar as bases da anatomia, mas também consolidou uma hierarquia entre os seres vivos: para ele, os animais não tinham *logos* (a razão) e, portanto, existiriam para servir aos humanos.

Durante o Império Romano, o médico Galeno de Pérgamo ampliou esse legado. Ele dissecava macacos e porcos ainda vivos para estudar o sistema nervoso e a circulação.

Com a expansão do cristianismo, o foco do conhecimento mudou. O estudo da natureza deu lugar à teologia, e a dissecação animal passou a ser vista com desconfiança moral.

Na chamada Idade de Ouro Islâmica (entre os séculos 8 e 13), médicos, como Avenzoar e Ibn al-Nafis, retomaram o estudo da anatomia. Nesse período, também surgiram os primeiros testes de toxicidade: substâncias eram administradas a macacos e outros animais para medir seus efeitos antes do uso em humanos.

No Renascimento, a curiosidade sobre o corpo humano voltou ao centro das ciências. Em 1543, Andreas Vesalius publicou *De Humani Corporis Fabrica*, obra que revolucionou a anatomia ao se basear na observação direta de cadáveres e animais. Pouco depois, William Harvey demonstrou, por meio de experimentos em bichos, que o sangue circulava continuamente pelo corpo, impulsionado pelo coração.

A partir do século 17, o debate filosófico começou a influenciar a ética da experimentação. O filósofo René Descartes via os animais como "autômatos" – máquinas sem alma ou sensibilidade –, ideia que serviu para justificar práticas →

Fonte ① artigo "The flaws and human harms of animal experimentation".

ines249

cruéis. Outros pensadores, como Baruch Espinosa e John Locke, discordaram: reconheciam que os animais sentiam dor e mereciam consideração moral.

Em 1789, o filósofo inglês Jeremy Bentham formulou uma das reflexões mais célebres sobre o tema: "A questão não é se eles pensam ou falam. A questão é: eles sofrem?".

A partir do século 19, a pesquisa médica passou a depender cada vez mais de testes com animais – um movimento reforçado pela publicação de *A Origem das Espécies* (1859), de Charles Darwin, que evidenciou a proximidade evolutiva entre humanos e outras espécies.

Poucos anos depois, o médico francês Claude Bernard consolidou o uso sistemático de animais em laboratório. Em meio a epidemias de tuberculose, tifo e difteria, Bernard afirmava que curas humanas poderiam ser descobertas em outras espécies. Para isso, dissecava cães vivos – inclusive o da própria casa. "O fisiologista não é um homem do mundo", escreveu. "Não ouve os gritos dos animais, não vê o sangue que se alastra. Só vê a ideia."

O uso dos animais por Bernard e outros cientistas com pensamento similar provocaram repulsa pública e deram origem às primeiras leis de proteção animal, como o *Cruelty to Animals Act*, aprovado no Reino Unido em 1876. Anos depois, Louis Pasteur – um dos fundadores da microbiologia moderna – passou a empregar anestesia e introduziu o chamado "ponto final humanitário", que consiste em sacrificar o animal quando o sofrimento se torna extremo.

Hoje, há padrões internacionais que norteiam as legislações de cada país para os testes em animais. O conceito de "animal", vale dizer, varia. Em geral, apenas vertebrados são protegidos (insetos, por exemplo, ficam de fora).

O Brasil tem um dos sistemas mais organizados da América Latina para controlar a experimentação científica com animais, resultado de uma regulação que começou a se firmar há pouco mais de 15 anos.

Quintal de casa

No País, a Lei de Crimes Ambientais, de 1998, já previa a punição para quem realizasse testes cruéis e dolorosos em animais vivos (caso houvesse métodos alternativos). Mas o grande marco nessa história foi a Lei Arouca, de 2008. Ela definiu princípios éticos, exigiu condições mínimas de bem-estar e restringiu os experimentos a instituições autorizadas.

Dessa lei nasceram os dois pilares do atual sistema: o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (Concea) e as Comissões de Ética no Uso de Animais (Ceuas).

O Concea, ligado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), é responsável por definir as regras sobre bem-estar, manejo, espécies permitidas, infraestrutura e métodos alternativos.

Já as Ceuas analisam cada projeto de pesquisa de universidades,

PEIXE-ZEBRA *(Danio rerio)*

Pequeno e transparente, permite observar o desenvolvimento de órgãos em tempo real. O seu uso é um dos que mais crescem no Brasil.

Como saber se um produto é *cruelty free*

O termo *cruelty free* ("livre de crueldade") identifica produtos sem testes em animais. Como a expressão não é regulamentada, qualquer marca pode usá-la, sem comprovação. A forma mais segura de verificar é pelos selos oficiais, concedidos por organizações que auditam documentos e práticas para garantir que não haja testes em nenhuma etapa da produção – e que podem suspender o selo em caso de irregularidades.

Desconfie de rótulos genéricos, como "não testado em animais" ou desenhos de coelhos sem menção às organizações: eles não têm validade legal.

LEAPING BUNNY

O mais confiável é o Leaping Bunny, da Cruelty Free International – um coelho em movimento cercado por duas estrelas. Ele garante que nem a fórmula final nem seus ingredientes foram testados em animais, com auditorias independentes e rastreamento anual das marcas.

ANIMAL TEST-FREE
PETA

PETA – BEAUTY WITHOUT BUNNIES

O selo PETA – Beauty Without Bunnies – um coelho de orelhas em forma de coração ou alongadas em rosa – indica que a empresa declarou não realizar testes, mas não passa por auditoria externa. Sua verificação é autodeclaratória.

NOT TESTED ON ANIMALS

CHOOSE CRUELTY FREE (CCF)

Já o selo Choose Cruelty Free (CCF), da Austrália, traz um coelho minimalista em preto com a inscrição "Not Tested on Animals". Ele exige que a marca comprove que toda a cadeia de fornecimento – incluindo matérias-primas – está livre de testes.

ines249

laboratórios e empresas: quantos animais serão usados, se esse número tem justificativa, quais procedimentos serão aplicados e quais as medidas para reduzir dor e sofrimento – além de verificar se há alternativas disponíveis.

Segundo o Concea, entre 2019 e 2023 foram utilizados 11,39 milhões de animais em atividades científicas e educacionais no Brasil. Do total, 96% estavam ligados a projetos de pesquisa e 4% a práticas de ensino.

Nas pesquisas brasileiras, aves (33,7%), peixes (25,9%) e roedores (17,7%) somam quase 80% dos animais usados. No ensino, predominam as aves (52%), seguidas de grandes ruminantes (13%) e peixes (10%).

As aves (como galinhas domésticas e codornas japonesas) lideram por refletirem o perfil das atividades científicas e educacionais, que incluem aulas práticas e pesquisas agropecuárias. Muitas são apenas observadas, mas ainda assim entram na conta. Elas são usadas em estudos de reprodução, nutrição e bem-estar. Seus ovos servem como modelo clássico para observar o desenvolvimento de órgãos em tempo real.

Os peixes estão em segundo lugar e são empregados em testes de poluição, toxicologia e genética. O peixe-zebra é usado pelos seus embriões transparentes, que facilitam observar, no microscópio, a formação de órgãos e sistemas. A tilápia, por sua vez, aparece em pesquisas sobre regeneração de pele e biomateriais.

→

ines249

Roedores como camundongos e ratos pegam o bronze – mas, no âmbito global, lideram as pesquisas. O tamanho pequeno, o fácil manejo e a reprodução rápida os tornam ideais para uma gama de pesquisas biomédicas, farmacológicas e neurológicas.

Entre os grandes mamíferos, bovinos, ovinos e equinos integram pesquisas em reprodução e imunologia. Cavalos são essenciais para soros antiofídicos, antitetânicos e antirrábicos em instituições como o Butantan e a Fiocruz. São animais com muito sangue (uns 40 litros), que toleram pequenas doses de toxinas e produzem grandes quantidades de anticorpos, o que permite obter plasma suficiente e seguro para a fabricação desses imunizantes.

Antes de chegarem aos laboratórios, a maioria dos bichos passa por biotérios. Trata-se de centros ligados a universidades, institutos ou empresas que criam e fornecem espécies padronizadas para pesquisa.

Nos biotérios, tudo é controlado: temperatura, umidade, ruído, alimentação – e, claro, a linhagem genética dos bichinhos. O objetivo é reduzir interferências externas e garantir resultados reprodutíveis.

Os testes com animais ocorrem, em geral, na fase pré-clínica de um estudo. Essa etapa vem depois de anos de pesquisa básica e laboratorial, quando cientistas identificam, por exemplo, uma molécula promissora e realizam testes *in vitro* (em células e tecidos) ou *ex vivo* (em órgãos mantidos

11,4 MILHÕES

DE ANIMAIS FORAM USADOS EM ENSINO E PESQUISA NO BRASIL ENTRE 2019 E 2023.

ines249

fora do corpo) para avaliar se ela é segura e tem potencial terapêutico.

Quando os resultados são promissores, passa-se para os modelos animais, que permitem observar a ação de determinada substância no corpo. Se o composto se mostra seguro e eficaz, o estudo avança para a fase clínica, feita com voluntários humanos.

Indispensáveis, por ora

Como dissemos lá atrás, o setor de cosméticos, voltado para efeitos locais como irritação da pele e dos olhos, é o que mais tem conseguido substituir esses testes por métodos alternativos. Mas a verdade é que ele ainda é uma exceção dentro da ciência.

Animais ainda são amplamente usados em pesquisas farmacêuticas, de vacinas, veterinárias, químicas, alimentícias e agrícolas. Isso porque muitos fenômenos biológicos não podem ser reproduzidos integralmente fora de um ser vivo. Processos como o caminho de uma substância dentro do corpo (absorção, distribuição, metabolismo e excreção) envolvem o trabalho conjunto de órgãos e sistemas.

Pense nas variáveis envolvidas ao desenvolver um remédio. Ele será absorvido no intestino, processado no fígado e eliminado pelos rins. Também é preciso considerar a ação de hormônios, a idade do paciente, seus hábitos alimentares e a composição genética. Nenhum modelo computacional ou cultura de células reproduz todas essas interações – ainda.

CACHORRO
(Canis familiaris)

Usado em testes de fármacos cardiovasculares e veterinários. *Beagles* são a raça mais comum, por seu temperamento dócil e previsível.

Certos efeitos também dependem do tempo e do funcionamento conjunto do corpo, como inflamações, respostas imunes ou alterações metabólicas. Por isso, áreas como farmacologia e segurança química ainda recorrem a animais para prever como uma substância afeta o organismo inteiro.

Agora, se ainda não é possível abdicar dos testes, então como garantir o bem-estar dos bichos?

A legislação brasileira determina que o sofrimento deve ser minimizado sempre que possível. Procedimentos invasivos exigem anestesia e monitoramento constante. Cada protocolo deve prever o momento do sacrifício para evitar sofrimento irreversível.

No laboratório, as condições ideais envolvem temperatura e iluminação controladas, alimentação adequada e, quando possível, interação social. “Nenhum animal nasceu para viver em uma caixa, mas há formas de amenizar o estresse”, diz o toxicologista Octavio Presgrave, coordenador do Centro Brasileiro para a Validação de Métodos Alternativos (BraCVAM).

“Cada espécie tem suas preferências: camundongos recebem tubos de PVC e papel para rasgar; coelhos ganham feno; primatas brincam com bolas com furos e cordas para se pendurarem.” É uma preocupação moral e científica: animais doentes, estressados ou assustados produzem resultados menos confiáveis.

Ainda assim, entidades de proteção animal e parte da comunidade científica questionam esse retrato, já que a dor é muitas vezes inevitável e nem sempre mensurável.

Durante décadas, críticas ao modo como lidamos com os animais foram tratadas como “reações emocionais”, sem base teórica. Isso começou a mudar em 1975, com o livro *Libertação Animal*, do filósofo australiano Peter Singer. A obra introduziu o conceito de “especismo” – a ideia de que discriminar por espécie é tão injusto quanto por raça ou gênero.

Singer argumentou que, se um ser sente dor, esse sofrimento deve importar moralmente. Seu trabalho ajudou a transformar o debate sobre bem-estar animal, antes restrito à compaixão, em uma discussão ética e política. E deu gás para um sem-fim de ações de ativismo. →

ines249

No Brasil, o caso mais emblemático aconteceu em 2013, no Instituto Royal, em São Roque (SP). O laboratório, que recebia recursos públicos para pesquisas toxicológicas com cães, coelhos e roedores, virou alvo de investigação do Ministério Público no ano anterior após a denúncia de um ex-funcionário sobre as condições dos animais que viviam ali.

Na madrugada do dia 17 de outubro, manifestantes invadiram o prédio da Royal e retiraram 178 cachorros *beagle* e alguns coelhos. Roedores usados em experimentos, porém, ficaram para trás.

A repercussão foi nacional. Na Câmara, criou-se uma comissão externa para analisar o episódio. Relatos colhidos por parlamentares e por entidades protetoras de animais indicavam canis apertados, pouco contato com luz solar e cães estressados.

O caso, porém, não resultou em ações penais. Para representantes do Concea, o instituto seguia normas oficiais, e a invasão prejudicou pesquisas consideradas relevantes, que foram transferidas para o exterior.

Para setores da proteção animal, o episódio marcou uma virada social ao expor a experimentação com cães e mobilizar a opinião pública. O que nos leva ao próximo capítulo dessa história: os métodos alternativos. Vamos entender como eles funcionam – e onde já é possível usá-los.

Coelho, descansar

Todo método alternativo passa por um processo de validação que leva no mínimo dois anos e envolve várias etapas, da concepção em laboratório ao reconhecimento de órgãos internacionais.

Tudo começa quando um grupo de pesquisa desenvolve o novo método. A partir daí, o BraCVAM coordena um estudo interlaboratorial, com apoio da Rede Nacional de Métodos Alternativos (Renama), ligada ao MCTI. O objetivo é verificar se o método funciona e se outros laboratórios conseguem reproduzir os mesmos resultados.

Feita a coleta de evidências sólidas, o método passa pelo crivo de órgãos regulatórios nacionais, como a Anvisa. Só então pode ser submetido à OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), que define as diretrizes internacionais para esses ensaios.

Se tudo estiver nos trinques, ele entra no acordo de Mutual Acceptance of Data, que garante o reconhecimento mútuo dos resultados entre os países signatários (Brasil incluso). Ele serve para evitar testes repetidos – e acelerar a substituição de animais.

Entre as empresas de cosméticos que já adotam substitutos está o grupo L'Oréal, que produz no Brasil a pele reconstruída da Episkin, uma de suas empresas.

Em setembro, a *Super* visitou o Centro de Pesquisa e Inovação da L'Oréal na Ilha de Bom Jesus, no Rio de Janeiro. Lá, conhecemos o tecido: uma pele humana cultivada em laboratório a partir de fragmentos descartados de cirurgias plásticas, com consentimento dos pacientes.

Em um mês, o material adquire as quatro camadas da epiderme. Após ser enviada aos usuários, dura apenas uma semana, exigindo transporte rápido e armazenamento rigoroso.

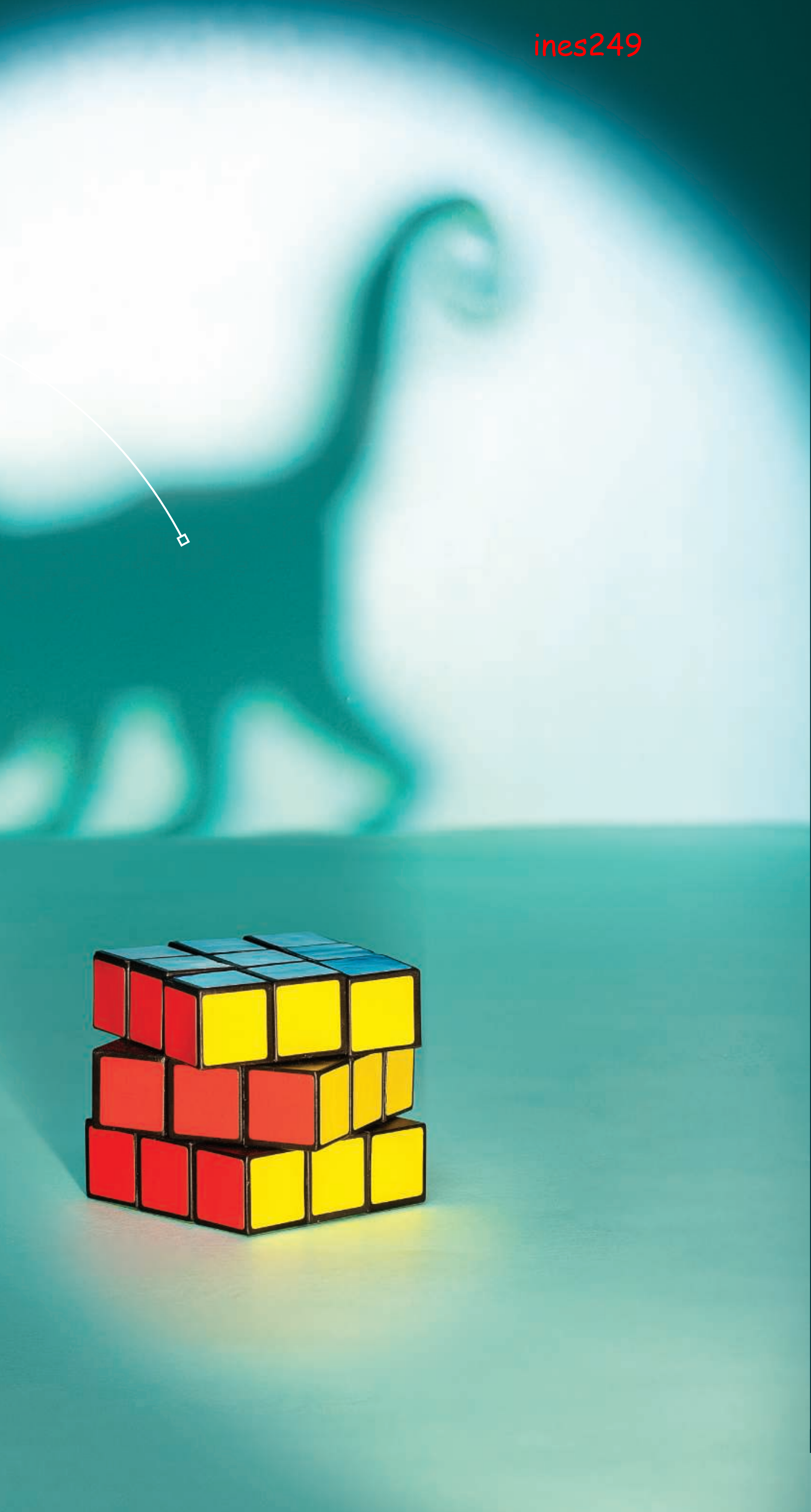
A OCDE reconhece a pele reconstruída como método oficial para testes de irritação e corrosão cutânea. A da Episkin foi uma das primeiras a serem validadas e comercializadas. Hoje, a empresa produz mais de 100 mil amostras por ano no mundo.

Historicamente, os testes eram feitos em coelhos. Raspava-se o pelo do animal para aplicar a substância e observar se a pele ficava vermelha. "Era subjetivo e, eticamente,

MACACO--CINOMOLGO *(Macaca fascicularis)*

Empregado em pesquisas neurológicas e farmacêuticas de ponta.

ines249



problemático”, diz Vanja Dakic, gerente de métodos alternativos da Episkin Brasil. Nos testes oculares, os produtos eram diretamente aplicados nos olhos dos bichos – que, ao final das pesquisas, eram sacrificados.

A Episkin também fabrica modelos de córnea, usados em testes de colírios, protetores solares e antibióticos. Há ainda versões, na sede na França, para reconstruir tecidos orais, gengivais e vaginais, além de peles com diferentes pigmentações e versões que incorporam células do sistema imunológico.

Admirável Chip Novo

Os tecidos reconstruídos, sejam da Episkin, sejam de outras marcas, já são aplicados por outros setores além da cosmética, como os de brinquedos, dispositivos médicos e agroquímicos. Mas existem outros métodos alternativos, que tentam deslanchar em áreas ainda mais complexas, como a farmacologia.

Entre eles estão os *órgãos em chip*: microdispositivos transparentes, do tamanho de uma lâmina de microscópio, que simulam tecidos humanos e a circulação sanguínea, permitindo observar reações em tempo real.

O nome é pela mera semelhança de formato – eles não tem nenhum componente eletrônico ou Windows instalado. Mas, afinal, para que servem?

Nos testes tradicionais em laboratório, as células são cultivadas em placas estáticas, dentro de um líquido que não se move. Nesse ambiente paradão, as trocas entre as células são bem mais lentas.

Já nos órgãos em chip, o meio líquido circula por →

ines249

microcanais, imitando o fluxo sanguíneo. Esse movimento constante melhora a oxigenação e a troca de sinais químicos entre as células, o que faz com que elas se comportem de forma muito mais próxima da realidade humana.

"É como sair da internet discada e começar a usar banda larga", explica Ana Carolina Figueira, pesquisadora do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) e do Laboratório Nacional de Biociências (LNBio).

Esses chips formam tecidos com funções específicas. No LNBio, pesquisadores desenvolvem modelos para testar toxicidade e estudar doenças. "Fizemos um chip com pele, intestino e fígado, em parceria com a Natura. Assim, é possível testar substâncias aplicadas na pele ou ingeridas e observar, nos minifígados, os efeitos metabólicos e tóxicos." Cada chip contém cerca de 20 mil microfígados mantidos em condições controladas dentro de uma estufa.

Os desafios ainda são grandes. Cada tipo celular tem exigências de cultivo diferentes, e integrá-los no mesmo meio é difícil. "Um fígado dura 35 dias; uma pele, dez. É preciso equilibrar os tempos experimentais", diz Figueira. Mesmo assim, os sistemas já permitem reproduzir doenças. "Combinamos tecido adiposo inflamado e fígado e obtivemos um modelo de esteatose hepática – a famosa gordura no fígado. As células inflamaram do mesmo jeito que observamos em pacientes."

Apesar do potencial, a tecnologia ainda atravessa a fase de transição entre o

44%

DOS ANIMAIS USADOS EM PESQUISA NO PAÍS ESTÃO EM SÃO PAULO.

ines249

CAVALO *(Equus caballus)*

Fonte de soros e vacinas – o plasma do sangue (que é onde ficam os anticorpos) serve para a produção de imunizantes.

laboratório e a indústria. “Hoje, o grande desafio é padronizar os ensaios e garantir que laboratórios diferentes obtenham os mesmos resultados. A Anvisa já aceita dados de órgãos em chip, desde que sejam bem documentados, mas ainda não há um guia regulatório específico”, conta Figueira. Na Europa, farmacêuticas como Sanofi, Roche, Pfizer e GlaxoSmithKline já incorporaram esses sistemas às rotinas de pesquisa.

O custo é outro entrave: um chip europeu custa cerca de 400 euros, e as bombas de circulação para imitar a corrente sanguínea, até 50 mil euros. “Mas grupos no Brasil já desenvolvem versões simplificadas por menos de dez reais”, diz a pesquisadora.

Octavio Presgrave, da BraCVAM, considera o método “o passo mais concreto rumo à substituição total de animais”. Segundo ele, ainda não é possível reunir todos os órgãos em um único chip, “mas é questão de tempo”.

“No futuro, será possível usar células de um indivíduo para montar versões miniaturizadas de seus órgãos e testar terapias personalizadas. Para quem não acompanha de perto, parece ficção científica.”

Mas, para que isso se concretize, é preciso validar e financiar novos métodos. No Brasil, o principal obstáculo é a falta de investimento contínuo.

“Não temos editais dedicados a essa área há anos. A ciência avança, mas os recursos não acompanham”, diz Marize Valadares, professora de toxicologia na Universidade Federal de Goiás (UFG). Essas tecnologias exigem laboratórios equipados, insumos caros e equipes multidisciplinares. O último edital específico, porém, foi lançado em 2016.

O principal fundo de fomento do MCTI ficou contigenciado por anos. A situação só mudou em 2022, “o que nos permitiu planejar editais contínuos. A expectativa é lançar ainda neste ano uma nova chamada para financiar projetos da Renama”, diz Thiago Moraes, coordenador-geral de Ciências da Saúde, Biotecnológicas e Agrárias do ministério.

Laboratórios ainda vivem ciclos de “financiamento em soluços” – breves períodos de apoio seguidos por longas paralisações. “A gente inicia um processo de validação – que leva tempo – e, quando o recurso acaba, tudo se perde. O estudo precisa começar do zero”, conta Valadares.

Mesmo com centros de excelência, o Brasil ainda depende de protocolos e insumos estrangeiros. Para Kristie Sullivan, do Institute for In Vitro Sciences (IIVS), “não se trata de uma barreira científica, e sim funcional e política”.

A aplicação das normas também é desigual. “Há resoluções que tornam obrigatórios métodos alternativos, mas alguns laboratórios ainda usam animais”, diz Paola Cappelletti, supervisora do laboratório de toxicologia do Banco de Células do Rio de Janeiro (BCRJ). “Falta recurso para fiscalização e divulgação para que a população saiba denunciar.”

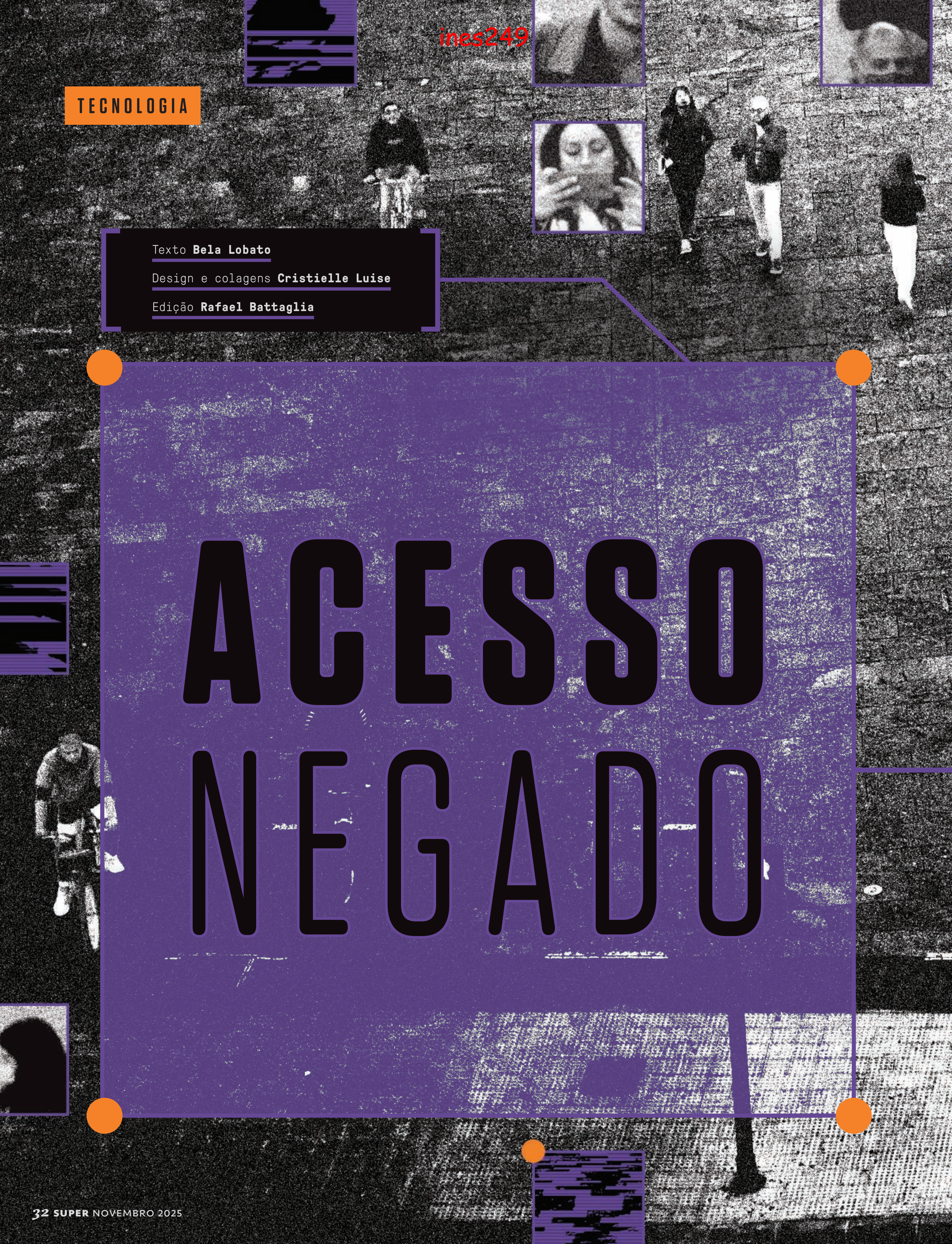
Moraes reforça que o controle depende de articulação: “O ministério financia, o Concea normatiza, mas a fiscalização é compartilhada entre ministérios e comissões”.

No fim, o entrave é estrutural: falta investimento, coordenação e vontade política. “O Brasil tem um potencial enorme”, diz Luisa Braga, coordenadora do Concea. “Não faltam cabeças pensantes. O que falta é definição de verbas.”

Não estamos preparados para abandonar o uso de animais em testes científicos. Mas toda iniciativa para desenvolver métodos alternativos, via incentivo público ou privado, é mais do que bem-vinda. As pesquisas, afinal, podem se tornar mais precisas – e, para os animais, significa estar um passo mais próximo da tão merecida aposentadoria. Ⓢ

Agradecimentos Ana Carolina Batista, supervisora do setor BioBanco do BCRJ; Antonio Monteiro, presidente, diretor-geral e curador do BCRJ; Ariadne Morais, diretora de Assuntos Regulatórios & Inovação da ABIHPEC; Cristina Garcia, diretora de Pesquisa Avançada e Comunicação Científica (América Latina) em Episkin; Letícia Morais Bueno de Camargo, biomédica e doutora em Farmacologia pelo Instituto de Ciências Biomédicas da USP; Pascale Mora, diretora de Comunicação Científica de P&D da L’Oréal.

ines249

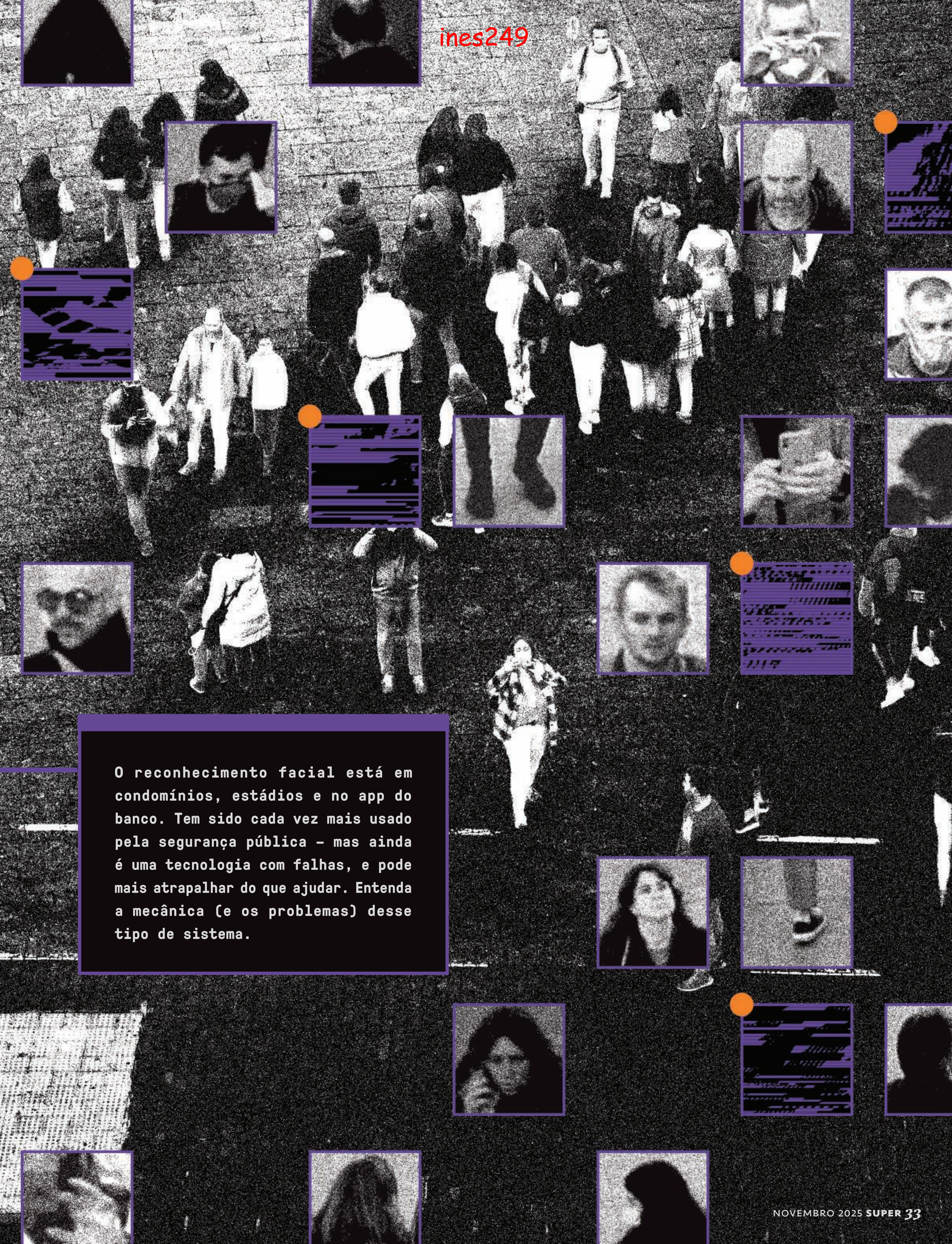


TECNOLOGIA

Texto **Bela Lobato**
Design e colagens **Cristielle Luise**
Edição **Rafael Battaglia**

ACESSO NEGADO

ines249



O reconhecimento facial está em condomínios, estádios e no app do banco. Tem sido cada vez mais usado pela segurança pública – mas ainda é uma tecnologia com falhas, e pode mais atrapalhar do que ajudar. Entenda a mecânica (e os problemas) desse tipo de sistema.

ines249

QUANDO FOI LANÇADA, em 2010, a ferramenta Tag Suggestions do Facebook parecia mágica. Você postava uma foto com amigos e ela logo apontava para o rosto de alguém e checava: “Este é Fulano?”. Você podia confirmar ou negar (e daí indicar a pessoa correta).

A ferramenta funcionou por anos, até entrar na mira de discussões sobre privacidade e uso indevido de dados pessoais. Em 2021, foi descontinuada. A Meta, dona do Facebook, anunciou que apagaria os dados de mais de 1 bilhão de usuários. Era o maior banco de biometria facial do mundo.

Problema resolvido – só que não. Àquela altura, a Meta já havia usado os dados para criar o DeepFace, o primeiro sistema de reconhecimento facial a chegar perto de identificar rostos com a mesma precisão de um humano ①.

Hoje, essa tecnologia está por todo lado. Usamos para organizar fotos, desbloquear telas, acessar serviços públicos, autorizar pagamentos e controlar o acesso a condomínios e escritórios por todo o País.

E não é como se houvesse muita opção. Mesmo que você nunca tenha postado uma selfie na vida, é quase impossível que uma imagem do seu rosto não esteja armazenada em algum lugar, das filmagens de segurança de um supermercado às cópias do seu RG que você compartilhou por aí.

Pela Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), dados biométricos como rosto, impressões digitais, DNA e até tom de voz são dados pessoais sensíveis, e existem muitas exigências adicionais de segurança para coletar e armazenar dados desse tipo. Afinal, dá para trocar uma senha em minutos, mas não dá para fazer o mesmo com olhos, ouvidos, boca e nariz.

Diferentemente das impressões digitais e do DNA, a biometria facial pode facilmente ser coletada sem autorização. Entretanto, quase nunca damos um OK expresso para essa coleta – e, se damos, pouco sabemos sobre os termos de uso. Quando você topa ser fotografado para autenticar sua entrada em um prédio, sabe onde os dados ficarão armazenados, e por quanto tempo? Quem poderá acessar? Para que serão usados?

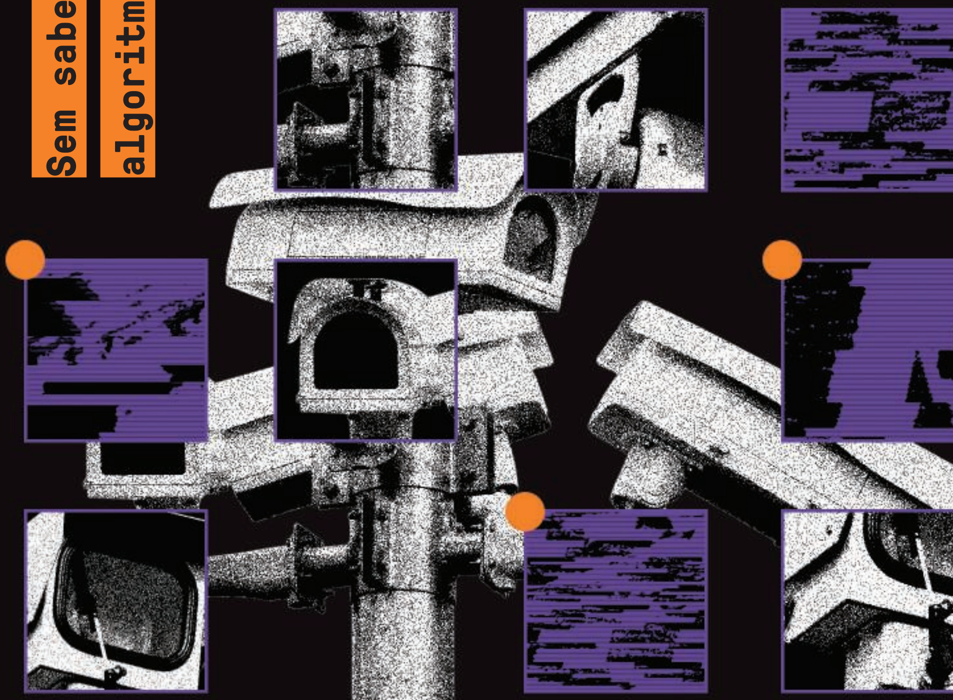
Esse é só o começo do problema. O reconhecimento facial é um sistema com falhas e vieses – mas que, ainda assim, tem sido cada vez mais usado pela segurança pública, nem sempre da melhor forma. Vamos mergulhar nessa discussão – mas, primeiro, é preciso entender como essa tecnologia funciona.

Sem saber, usuários de redes sociais treinaram algoritmos de reconhecimento facial durante anos.

Cara a cara

Em uma ferramenta de reconhecimento facial, as distâncias entre pontos faciais e as proporções matemáticas entre elas são usadas para produzir um código que representa o seu rosto [*veja mais na página 37*]. Esse tipo de cálculo inicial é o que todos os sistemas têm em comum – do celular às câmeras de rua.

Para desbloquear um app, seu smartphone faz o que se chama de *verificação 1:1*. É um processo relativamente simples: o sistema compara a imagem atual com uma pré-cadastrada. Para aplicações mais críticas, como bancos e o Gov.br, o sistema ainda aplica fatores de *vivacidade*, que tentam conferir se a imagem é de



ines249

uma pessoa viva e real, e não de uma foto, de um vídeo manipulado ou até de uma pessoa disfarçada de outra.

A verificação 1:1 diz se você é o usuário correto para aquela conta, mas não entra no mérito de quem você é. Essa função é mais complexa e se chama *identificação* (ou *reconhecimento 1:N*).

É o que rola quando o padrão de um rosto é comparado com vários outros armazenados em um banco de dados massivo (daí o *N*, que indica um número indefinido). O algoritmo não dá uma resposta certeira, mas uma probabilidade de correspondência entre dois rostos.

Por fim, existe ainda a *análise* (ou *classificação*), que interpreta as expressões faciais. Em suma, a verificação diz: "Este rosto corresponde ao rosto autorizado a acessar esta conta". A identificação diz: "Este rosto provavelmente pertence ao Fulano de Tal". E a análise: "Este rosto parece ser de um homem e estar bravo".

Não é um sistema perfeito, claro. Com jovens e idosos, por exemplo, cujas mudanças nos rostos são mais acentuadas e constantes, o reconhecimento facial funciona pior do que a média.

Esse, porém, é só um dos muitos vieses dessa tecnologia.

A maioria dos modelos foi treinada com bases de dados compostas sobretudo de homens brancos, e isso limita como o sistema interpreta traços e tons de pele. Como as mulheres também são sub-representadas, a intersecção de mulheres negras, especialmente as idosas, enfrenta as maiores taxas de erro ②.

Nos casos de alguns modelos que foram treinados majoritariamente com pessoas asiáticas, a imprecisão também é maior em relação a outros grupos étnicos ②. Isso se chama *efeito outra raça*, e não é um fenômeno só das máquinas: a mesma coisa acontece no cérebro humano quando temos dificuldade em diferenciar rostos de outras etnias. São vieses que, nas máquinas, surgem a partir de parâmetros internos e das referências de treinamento; nas pessoas, das nossas experiências e de quem mais enxergamos ao nosso redor.

Existe ainda uma questão óptica em jogo: peles mais escuras refletem menos luz do que peles mais claras – o que os físicos chamam de *refletância*. Os algoritmos se confundem com as mudanças que isso implica no contraste e na produção da imagem.

87,2 MILHÕES de brasileiros podem estar sendo vigiados por ferramentas de reconhecimento facial.

Sorria, você está sendo filmado

No início do texto, dissemos que o tratamento de dados biométricos é regido pela LGPD, que exige, entre outros requisitos, o consentimento dos usuários. Há uma grande exceção a essa regra, porém.

Sob o guarda-chuva da segurança pública, as câmeras de reconhecimento facial se espalharam pelo País, sem regulamentação específica. Em 2019, cinco estados brasileiros adotaram a tecnologia para encontrar foragidos e desaparecidos em espaços públicos.

A Bahia fez os primeiros testes em multidões no Carnaval. O sistema emitia um alerta ao detectar uma probabilidade maior que 90% de que um rosto pertencesse a um foragido. A pessoa, então, era abordada por policiais para verificação. Ao fim do primeiro ano, a taxa de prisões bem-sucedidas a partir de abordagens motivadas por reconhecimento facial oscilou entre 0,27% e 3,6%, dependendo do município e do evento ③.

O problema: seis anos após a expansão da tecnologia, não faltam histórias de pessoas abordadas por engano pela polícia – uma experiência que vai desde o constrangimento até violações graves de direitos humanos.

Em 2024, por exemplo, uma jovem negra foi parada na entrada de um evento de pré-Carnaval em Aracaju. Policiais à paisana pediram sua identidade para checar se ela era a mulher procurada que o sistema de reconhecimento havia indicado. Duas horas depois, houve uma nova abordagem – desta vez, com violência. Ela se desesperou, urinou em si mesma e foi levada algemada para um camburão. Ela acabou liberada com um pedido de desculpas quando

→

Fontes ① artigo "DeepFace: Closing the gap to human-level performance in face verification"; ② artigo "Review of demographic fairness in face recognition"; ③ relatório "O sertão vai virar mar: Expansão do reconhecimento facial na Bahia".

ines249

a checagem confirmou o engano pela segunda vez ④.

Um erro de cálculo semelhante fez com que a polícia do Ceará divulgasse o rosto do ator norte-americano Michael B. Jordan – um homem negro e uma das maiores celebridades de Hollywood do momento – na lista de suspeitos de uma chacina que matou cinco pessoas na noite de Natal ⑤.

Desde 2023, a Lei Geral do Esporte tornou o reconhecimento facial obrigatório em estádios e ginásios esportivos com capacidade superior a 20 mil pessoas. Os objetivos são combater fraudes, cambistas, casos de violência e discriminação.

Em estádios de futebol, uma parceria com a CBF estabelece que os dados colhidos durante a compra de ingressos e o acesso ao estádio sejam cruzados com bases de dados de foragidos, desaparecidos e pessoas envolvidas em violência em jogos anteriores. Entre os torcedores, há quem sinta que a medida torna os estádios mais seguros e apropriados para famílias ⑥.

Nos dois anos de operação, só no estádio Allianz Parque, em São Paulo, 204 pessoas com mandados de prisão abertos já foram detidas, 130 foram pegas em flagrante descumprindo medidas cautelares e 253 desaparecidos foram identificados ⑥.

Os resultados do Allianz são só uma fração dos 471 projetos de monitoramento ativos em todo o país – que, potencialmente, vigiam 87,2 milhões de pessoas, ou 41% da população brasileira ⑦.

Os contratos de monitoramento são operados por uma miríade de instituições: governos municipais, estaduais, ministérios federais, polícias militares, guardas civis, companhias e clubes de futebol. E cada uma delas precisa contratar uma empresa que forneça a logística e os softwares.

Essas empresas podem tanto oferecer ao cliente o algoritmo que faz o cruzamento dos dados quanto identificar a pessoa por meios próprios. É o caso da Clearview, que foi banida e multada em vários países da Europa por construir seu banco de dados com 3 bilhões de fotos de redes sociais, inclusive de crianças ⑧.

Apesar disso, no Brasil, o Ministério da Justiça e Segurança Pública, o Ministério Público de Minas Gerais e o Senado Federal contratam a Clearview para identificar pessoas.

O algoritmo indica a probabilidade de correspondência entre dois rostos, mas nunca uma resposta absoluta.

“Nossas imagens muito provavelmente estão nesse banco de dados, sendo utilizadas por uma empresa privada para obter recursos públicos, que nós pagamos com nossos impostos, para operar uma tecnologia que tem todos esses problemas de ordem ética e legal”, diz Gabriel Saad Travassos, defensor público federal e doutorando em ciências criminais na PUC-PR.

Em função do sigilo e das exceções concedidas à segurança pública, é difícil saber exatamente como acontecem os contratos e a coleta de dados. O Centro de Estudos de Segurança e Cidadania (CESeC) conduz um projeto especial sobre o tema, O Panóptico, que monitora todas as iniciativas de reconhecimento facial do País.

Pablo Nunes, doutor em ciência política e diretor do projeto, explica que a segurança pública brasileira sofre com falta de transparência crônica. É difícil saber informações básicas, como as empresas contratadas, os softwares utilizados, onde os dados estão e por quanto tempo eles ficam armazenados.

Do lado das polícias, há ainda menos registros sobre as formas de uso, as taxas de acerto, e informações demográficas sobre os atingidos. Em geral, os casos em que rola um “falso-positivo”, como o da mulher de Aracaju, nem sequer entram nos registros oficiais.

Diante da escassez de dados, o Panóptico só conseguiu mapear o custo de 33% das iniciativas de reconhecimento facial do País, que custaram R$ 2,3 bilhões. Mais da metade dos investimentos aconteceu na Bahia e no Rio.

“Em todos os casos estudados, nenhum dos estados tem provas de que o reconhecimento facial significou redução de indicadores de criminalidade”, diz Nunes. Os mais de R$ 671 milhões investidos pelo Rio de

→

Fontes ④ reportagem da Carta Capital “Erros em série expõem fragilidade do reconhecimento facial como ferramenta de combate ao crime”; ⑤ notícia do g1 “Foto de astro do cinema Michael B. Jordan aparece em lista de procurados pela polícia do Ceará”; ⑥ reportagem da Veja “Marcação cerrada: como a biometria aumentou as prisões em estádios de futebol”; ⑦ monitor do projeto O Panóptico – Monitor do reconhecimento facial no Brasil, dados coletados em 7 de novembro; ⑧ artigo “Beyond surveillance: Privacy, ethics, and regulations in face recognition technology”.

ines249

MAIS QUE UM ROSTINHO BONITO

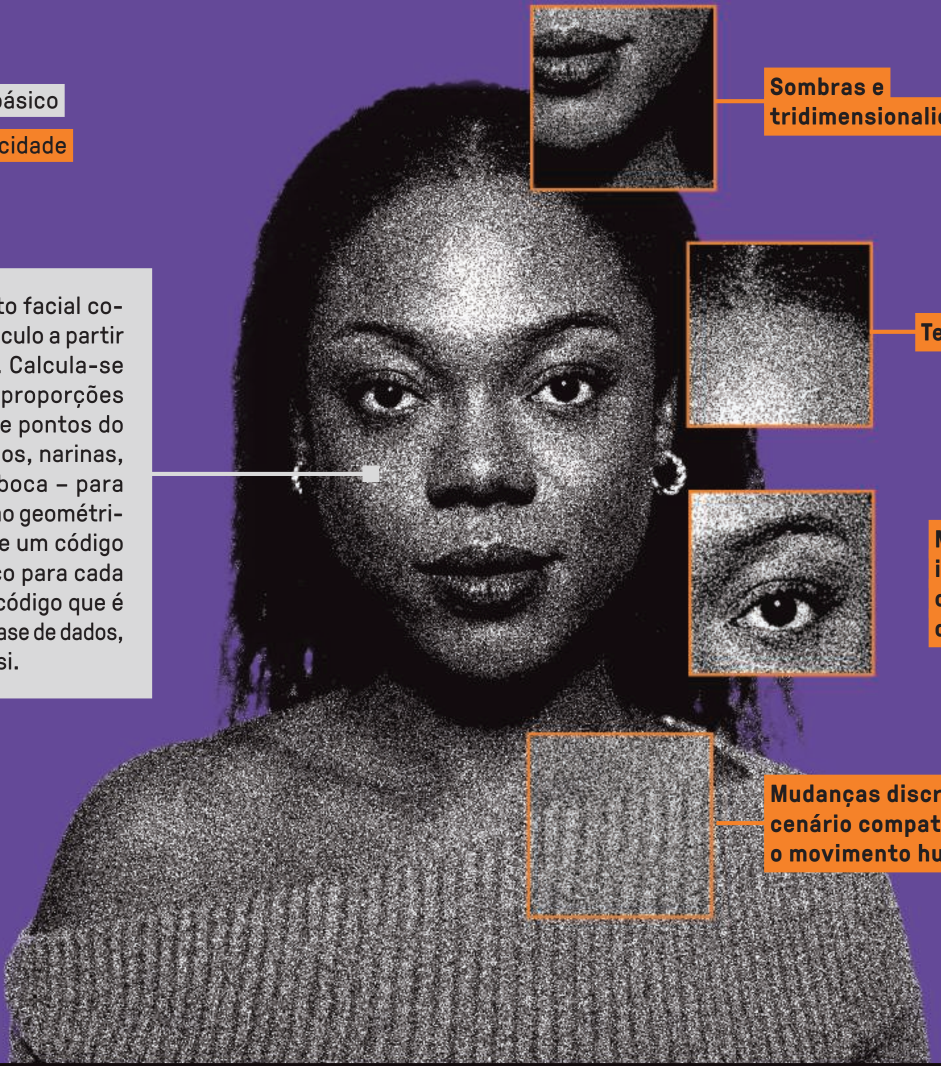
Além de reconhecerem a face, os algoritmos precisam também checar se ela pertence a uma pessoa real e viva – e não a uma foto, um vídeo de *deepfake* ou um disfarce.

LEGENDA:

Reconhecimento básico

Checagem de vivacidade

O reconhecimento facial começa com um cálculo a partir de uma imagem. Calcula-se as distâncias e proporções entre milhares de pontos do rosto – como olhos, narinas, sobrancelhas e boca – para compor um padrão geométrico. Daí, obtém-se um código matemático único para cada rosto – e é esse código que é armazenado nas base de dados, não as fotos em si.



Sombras e tridimensionalidade

Textura da pele

Movimentos involuntários, como dilatação das pupilas

Mudanças discretas no cenário compatíveis com o movimento humano

1 ACURÁCIA *VS.* PRECISÃO

O que define um bom sistema é a sua acurácia (quantas vezes ele acerta), não a precisão (a consistência das medições). Afinal, dá para ser preciso e continuar errado. Um jogador de dardos que acerta sempre na mesma fatia externa do alvo (e não no centro) é preciso, mas não acurado.

2 NÃO DÁ PARA CONFIAR SEMPRE

Os melhores sistemas de reconhecimento facial do mundo têm acurácia média de 99,88% e são testados com fotos posadas ❶. Na prática, a taxa de erro pode variar muito, e ela é mais alta com pessoas negras, mulheres, crianças e idosos ❷.

3 RECALIBRANDO SOZINHO

Aplicações de verificação 1:1 – como o desbloqueio de um celular – podem se adaptar automaticamente a mudanças pequenas na aparência dos usuários, como barbas ou maquiagem. Em alguns casos, o sistema pede a senha em código para confirmar a identidade antes de atualizar os dados.

4 APROXIME-SE DA TELA

A vivacidade também pode ser checada por métodos ativos, que, durante a verificação, exigem que o usuário execute alguma ação específica, como se afastar da tela, virar o rosto ou fazer um gesto.

5 MAS NÃO SEJA UMA TELA

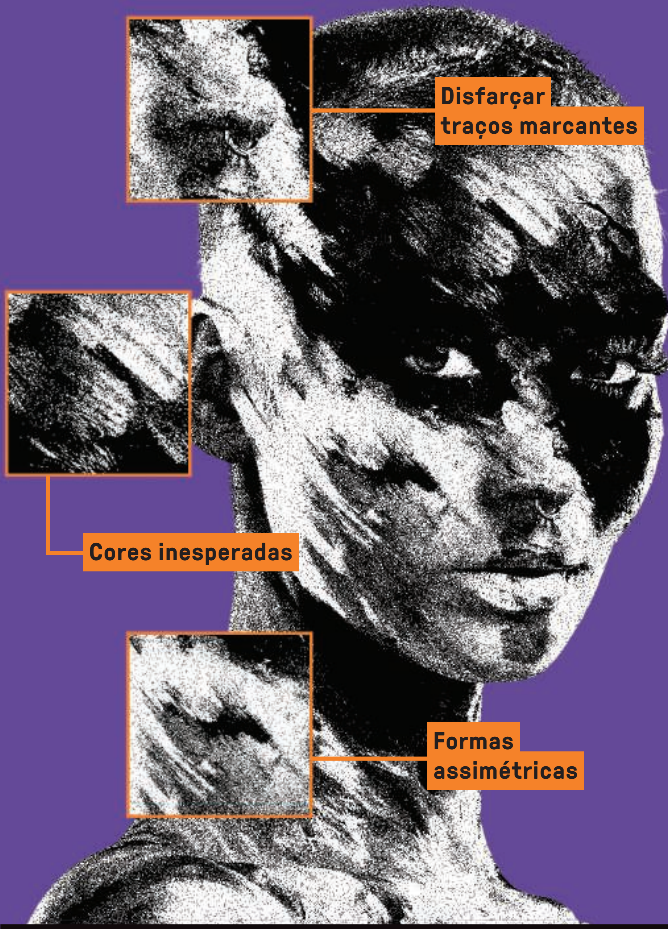
Elementos do ambiente também dão pistas de possíveis fraudes. Reflexos, alterações e distorções na imagem sugerem que alguém está usando uma imagem impressa ou digital para forjar outra identidade.

Fontes protocolo "IEEE standard for biometric liveness detection"; ❶ relatório Interagência do NIST "8271: FRVT – Face recognition technology evaluation – identification"; ❷ artigo "Review of demographic fairness in face recognition".

ines249

COMO CONFUNDIR OS ROBÔS

Ativistas, artistas e pesquisadores bolam estratégias para burlar o algoritmo. É um exercício teórico – ninguém sugere o look distópico para o cotidiano.



1 DISFARCES TECNOLÓGICOS

Um boné com lasers infravermelhos apontados para o rosto e uma armação de óculos estampada. Ambos são criações avançadas para que a pessoa passe batido pelas máquinas – ou até que seja lida como um outro alguém específico. ①

2 NA MIÚDA

Imagens digitais podem ser sutilmente manipuladas em pontos-chave para tornar o rosto indecifrável para o robô – e as mudanças são imperceptíveis para os humanos. ②

3 SEM ANONIMATO

A lei brasileira veda o anonimato e, consequentemente, a ocultação completa do rosto em reuniões públicas e manifestações. Não há consenso se o mesmo vale para esse tipo de disfarce tecnológico.

Fontes site do especialista em tecnologia Andrew Harvey, criador do CV Dazzle; artigo “Fora do mapa (ou do algoritmo): Projetando maneiras de escapar de tecnologias de vigilância de massa”; ① artigo “Hidden adversarial attack on facial biometrics – a comprehensive survey”; ② artigo “Deep keypoints adversarial attack on face recognition systems”.

Janeiro resultaram em 500 prisões ⑦ – R$ 1,3 milhão por prisão. Em comparação, há 719 prisões por semana, em média, no estado ⑨.

O Grande Irmão

O nome do projeto do CESeC vem de um conceito proposto no fim do século 18 pelo filósofo inglês Jeremy Bentham. “Panóptico” seria a estrutura ideal para maximizar a vigilância em cadeias (mas que também se aplicava para escolas, fábricas ou hospitais).

Eis a ideia de Bentham: o prédio da penitenciária precisaria ser no formato cilíndrico. No centro do pátio principal, haveria uma torre; em volta, as celas iluminadas. O guarda na torre poderia ver todas as pessoas nas celas – mas os presos não seriam capazes de saber quando estariam sendo observados.

O intuito do panóptico, então, é condicionar o comportamento das pessoas, como se estivessem sendo vigiadas o tempo todo. Algumas prisões no mundo chegaram a ser construídas com o princípio em mente.

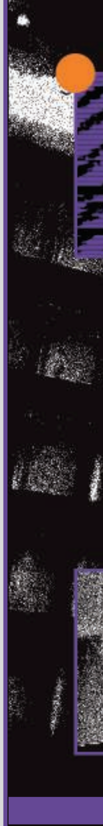
No século 20, “panóptico” parou de ser apenas nome de prédio e foi transformado em metáfora pelo filósofo francês Michel Foucault. Ele usa o conceito para explicar o controle social – que, segundo ele, não era mais exercido pela violência direta, mas pela vigilância.

Em vez de castigos públicos e visíveis, o controle acontece de forma mais sutil: Foucault defendia que as pessoas se comportavam como se estivessem sempre sendo observadas, criando um senso de disciplina interna. E olha que ele formulou essa teoria nos anos 1970, décadas antes da difusão da internet.

Foucault nem poderia sonhar com a eficiência e a onipresença das ferramentas de vigilância que temos hoje. E Bentham teria adorado o ditado “quem não deve não teme”, que sempre aparece como argumento de quem acha que a hipervigilância só é um problema para quem tem problemas com a Justiça.

Mas não é preciso ter culpa no cartório para estar na mira das câmeras de reconhecimento facial. Se hoje você é considerado inocente, não quer dizer que vai ser assim para sempre.

“Uma imagem pode ser utilizada a qualquer momento no futuro”, diz Travassos. “Criminalizar condutas é um processo político: a capoeira já foi crime



ines249

e, hoje, é um direito fundamental.” Mas o inverso também pode acontecer. “E se, daqui a pouco, as atuais manifestações culturais e políticas que exercemos sofrerem algum tipo de represália? Nós seremos identificados?”

Esse dilema não é novo para alguns ativistas. Diante da profusão de smartphones, começaram a surgir novas tentativas de impedir a identificação durante manifestações. Em 2010, o artista Adam Harvey criou um tipo de camuflagem facial chamada *CV Dazzle* (algo como “confundidor de visão de computador”), em que maquiagens e penteados inesperados impediam a máquina de reconhecer que ali havia um rosto.

Hoje, com o avanço da tecnologia, não é garantia que os métodos de Harvey ainda funcionem. Mas outras técnicas mais avançadas têm bons resultados, focadas em modificar pequenas partes das imagens para enganar a IA [*veja mais no box da página ao lado*].

Chamadas de *ataques adversariais*, elas levam o jogo do CV dazzle a outro nível: podem fazer a máquina acreditar que ali há o rosto de outra pessoa. São experimentos teóricos, mas que possibilitam usar acessórios físicos ou ferramentas digitais para convencer uma IA de que você é a Xuxa, a Marina Silva ou o seu chefe. Seja qual for a sua cara, e de forma imperceptível para os olhos humanos ⑩.

Em 2021, um relatório da ONU já recomendava que os países pausassem o uso de reconhecimento biométrico remoto em espaços públicos até que fosse demonstrado que a tecnologia era condizente com os direitos humanos ⑪.

Em 2021, a ONU pediu uma pausa no uso da tecnologia na segurança pública, para preservar direitos humanos.

O parecer da ONU é utilizado por dezenas de movimentos mundo afora para ressaltar a sensibilidade dos dados biométricos. Além de todas as problemáticas das aplicações em segurança pública, os grupos argumentam que o próprio armazenamento dessas informações já é um risco, sobretudo nas mãos de governos autoritários ou de pessoas mal-intencionadas.

No Brasil, mais de 50 entidades da sociedade civil se reúnem no movimento Tire Meu Rosto da Sua Mira. Eles se articulam com outros movimentos sociais para reivindicar o banimento completo do uso do reconhecimento facial em segurança pública.

O fim dessa prática poderia ser instituído por lei (de qualquer instância) ou por uma decisão do STF, se fosse constatado que direitos fundamentais estão sendo violados. E nem precisaria ser um banimento total.

Na União Europeia, por exemplo, há desde o ano passado uma regulamentação que proíbe o monitoramento biométrico remoto em tempo real, exceto em casos críticos previamente definidos – como ameaças a hospitais e centrais elétricas. No Brasil, daria para usar a tecnologia para proteger terras indígenas de invasores.

As exceções na Europa são amplas, mas ainda é um sistema mais regulamentado e transparente que o brasileiro. Por aqui, a tecnologia segue em expansão – mas ainda não dá para saber qual o software usado em 95% dos projetos ativos de monitoramento ⑦.

Talvez, um dia, seja possível usar ferramentas de reconhecimento facial para aprimorar o trabalho da polícia e achar desaparecidos, sem vieses de raça, idade e gênero – e com uma coleta de dados ética. Até lá, melhor puxar o freio, ou a próxima parada poderá ser a de uma realidade de vigilância constante tão estressante quanto o *Big Brother*, sem um prêmio no final. Ⓢ

Fontes ⑨ notícia do Uol “RJ tem 17,4 mil presos além da capacidade; menos de 10% estudam”; ⑩ artigo “Hidden adversarial attack on facial biometrics – a comprehensive survey”; ⑪ Resolução 48/4 da ONU “Right to privacy in the digital age”. **Referências** relatório “Mapeando a vigilância biométrica: Levantamento nacional sobre o uso do reconhecimento facial na segurança pública”.

Agradecimentos Augusto Jobim do Amaral, professor das pós-graduações em Ciências Criminais e em Filosofia da PUC-RS; Horrara Moreira, advogada popular, integrante do Conselho Municipal de Proteção de Dados e da Privacidade do Rio de Janeiro e coordenadora da campanha Tire Meu Rosto da Sua Mira; Pedro Saliba, advogado e sociólogo, pesquisador da Data Privacy Brasil.

ines249

AS SUBSTÂNCIAS ETERN

Texto *Bruno Carbinatto* **Design e colagem** *Caroline Aranha* **Edição** *Rafael Battaglia*

Fotos Getty Images.

ines249

Elas estão no seu celular, nas suas panelas e no seu sangue. Contaminam o ar, a água e o solo do mundo todo, até na Antártida. E duram para sempre. Algumas são tóxicas e já foram associadas ao câncer e outras doenças, mas há pouca regulação. Entenda o que são as PFAS e por que o Brasil está atrasado na batalha contra elas.

AS

Em julho, 24 ministros de países europeus se reuniram na Dinamarca para tirar sangue. Não era uma campanha de doação: os políticos foram testados para verificar a presença de PFAS, uma classe de substâncias indestrutíveis, em seus corpos.

A humanidade usa há décadas esses químicos sintéticos. Hoje, eles estão em objetos tão diversos quanto panelas, chips, esmaltes e pesticidas. Alguns são comprovadamente tóxicos, capazes de causar câncer e danos ao fígado. A maioria, porém, é uma incógnita: não há estudos conclusivos sobre possíveis impactos na saúde. Poucas dessas substâncias são proibidas ou reguladas.

O resultado do teste dos ministros saiu em outubro: todos eles testaram positivo para pelo menos uma molécula de PFAS em seu sangue. Metade deles apresentava concentrações possivelmente perigosas.

Não foi bem uma surpresa. Nos EUA, uma pesquisa que testa regularmente o sangue de americanos desde 1999 concluiu que 99% das pessoas têm PFAS no sangue, em maior ou menor grau ①. Não há dados para o Brasil, mas nada indica que por aqui seja diferente.

As PFAS duram um bocado (já vamos explicar por quê). Não sabemos ao certo por quanto tempo, já que elas só existem há menos de um século, mas estima-se que seja por milhares de anos. Por isso, foram apelidadas de "substâncias químicas eternas".

Substâncias sintéticas que duram para sempre, estão no sangue de todo mundo e podem causar câncer. Parece a sinopse perfeita de uma história de terror. De fato, o tema é urgente. Vamos entender o tamanho do problema – e se há como combatê-lo. →

Fonte ① Estudo NHANES, do CDC dos EUA.

ines249

Tudo em todo lugar

PFAS é a sigla em inglês de "substâncias per e polifluoroalquílicas", um variado grupo de produtos químicos criados na década de 1940. Dependendo da definição, existem mais de 10 mil delas, todas com uma coisa em comum: ligações carbono-flúor.

Moléculas são formadas quando átomos compartilham elétrons. O flúor é o elemento mais eletronegativo da tabela periódica – ou seja, o que tem maior tendência a atrair os elétrons de seu vizinho. Isso faz com que a ligação carbono-flúor seja uma das mais fortes da química orgânica.

Por causa desse *super bonder* microscópico, as PFAS são extremamente estáveis, resistentes ao calor, hidrofóbicas (repelem água) e lipofóbicas (repelem gordura). São características muito úteis para a indústria.

As PFAS são onipresentes: estão em roupas, carpetes e revestimentos resistentes a manchas; na maquiagem à prova d'água e algumas embalagens de comida; em tintas, fertilizantes e espumas anti-incêndio usadas por bombeiros; no fio dental, alguns absorventes e em baterias de lítio.

É graças às PFAS que o ovo não gruda no fundo da panela antiaderente e que a tela do seu smartphone não fica (tão) engordurada mesmo com as deslizadas frequentes do seu dedo. A lista continua: em vários outros itens, as PFAS até não são adicionadas de propósito, mas acabam integrando o produto final porque já estavam na matéria-prima.

Elas também têm usos médicos: revestem cateteres e próteses que precisam deslizar pelo nosso corpo e protegem as embalagens dos medicamentos, por exemplo. Há inclusive PFAS na forma de gás: o R134a é usado em bombinhas para asma e também em aparelhos de ar condicionado e geladeiras. Nessa aplicação, elas são uma alternativa que se popularizou nas últimas décadas em substituição aos CFCs, os gases que destroem a camada de ozônio e que, por isso, foram abandonados.

Mas há um problemão nessa história. Uma vez liberadas no ambiente – o que pode acontecer durante a produção, o uso ou o descarte dos objetos –, as PFAS não se degradam. A ligação carbono-flúor é forte demais para ser quebrada pela radiação solar (no processo chamado "fotólise"). Quase nenhum microrganismo as "come", e elas não reagem com praticamente nada. Daí

ines249

a (imensa) longevidade dessas substâncias.

Hoje, é facinho encontrar esses sintéticos no solo, nas águas e no ar do mundo todo. Locais próximos às fábricas costumam ser mais contaminados, mas as PFAS já foram detectadas até em áreas remotas do Ártico, da Amazônia e da Antártida.

E, claro, elas chegam aos seres vivos. Centenas de espécies já testaram positivo para as substâncias eternas, e elas se acumulam ao longo da cadeia alimentar – predadores apresentam maiores concentrações em seus corpos (já que comem bichos temperados com PFAS). Humanos, vale lembrar, estão no topo da cadeia.

O que nos leva à pergunta: quais impacto essas moléculas podem ter para o meio ambiente e, principalmente, para a saúde pública global?

Jogo de panelas

Você conhece o primeiro e mais famoso PFAS do mundo: o Teflon, cujo nome científico é PTFE (prepare-se: serão muitas siglas parecidas nesta reportagem). Ele foi descoberto pela multinacional DuPont em 1938 e se tornou um ícone das cozinhas desde então.

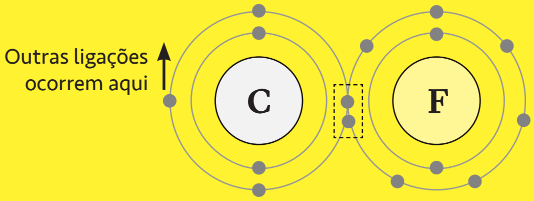
Em 1999, um fazendeiro que morava próximo à fábrica da DuPont processou a empresa porque suas vacas morriam aos montes – a suspeita era de que a água do riacho da região estava contaminada. A longa batalha jurídica que se seguiu revelou que a companhia usava um PFAS chamado *ácido perfluorooctanoico* (PFOA) em uma das etapas de produção do Teflon. O mais chocante: a DuPont e a 3M (que produzia PFOA) sabiam que essa substância era altamente tóxica, mas esconderam esse fato por décadas.

O caso terminou com multas e indenizações milionárias e rendeu uma longa investigação do *New York Times*, além do filme *O Preço da Verdade* (2019). O caso do Teflon mostrou ao mundo que as PFAS podem, sim, ser tóxicas.

Hoje, o PFOA é banido. O Teflon, que por si só é uma PFAS, segue sendo produzido, mas usando outros ingredientes. Ele é considerado seguro. Mas o que dizer das outras milhares de substâncias eternas?

ANATOMIA DE UMA PFAS

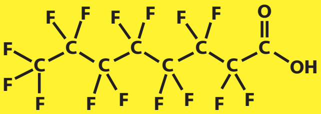
Substâncias eternas são formadas por cadeias de carbonos ligadas a átomos de flúor. O flúor é extremamente eletronegativo – atrai com muita força o elétron do seu parceiro, e por isso a conexão entre os dois é quase impossível de ser quebrada.



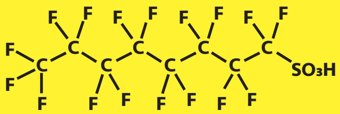
PFAS DE CADEIA LONGA

Por serem compostas por muitas ligações, são mais resistentes e se acumulam mais. A maioria das pesquisas e regulações foca nelas.

PFOA (ácido perfluorooctanoico)



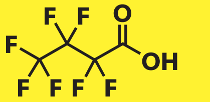
PFOS (ácido perfluorooctanossulfônico)



PFAS DE CADEIA CURTA

São ignoradas nas regulações atuais e pouco estudadas, mas pesquisas recentes indicam que podem ser igualmente tóxicas.

PFBA (ácido perfluorobutanoico)



Existem mais de 10 mil PFAS – mas poucas são estudadas a fundo, e só três são reguladas no Brasil.

Nos últimos 20 anos, algumas delas já foram associadas a maiores chances de câncer nos rins, testículos e próstata, à infertilidade e à malformação fetal; a danos ao sistema imunológico e alterações no sistema endócrino; a obesidade, diabetes e colesterol alto, além de outros problemas.

Você pode estar se perguntando: essas substâncias deveriam ser proibidas, não?

Aí vem um porém. A maioria dos estudos que mostram malefícios são do tipo epidemiológico, envolvendo pessoas expostas a altas concentrações de PFAS, como trabalhadores de indústrias ou moradores que vivem próximo a fábricas. Outros estudos usam modelos animais, que também recebem doses grandes.

Analisar os impactos das substâncias para a maioria das pessoas, que são expostas a doses baixíssimas no dia a dia, é muito difícil – não há como isolar apenas essa variável e traçar associações a partir dela. Além disso, não sabemos se diferentes meios de exposição são igualmente danosos. Tocar em superfícies com PFAS já é problemático? Os níveis encontrados na água potável são toleráveis?

A maior fragilidade, contudo, é que existem milhares de PFAS – e só algumas, como o PFOA →

ines249

e o PTFE, são bem estudadas. Não sabemos se as outras causam algum tipo de dano à nossa saúde. Ainda há poucos testes.

Por ora, as moléculas mais estudadas são as chamadas “de cadeia longa”: por conterem mais ligações carbono-flúor, são mais resistentes e, por isso, as mais problemáticas [*veja no infográfico da página 43*]. No entanto, algumas pesquisas recentes mostram que mesmo as de cadeia curta escondem males silenciosos.

Por causa da fragilidade nos estudos, há pouca munição para uma regulação mais ampla. Apesar disso, especialistas concordam que o nível de evidências já é preocupante o suficiente para agirmos. “É algo que se acumula. Mesmo exposto a doses baixas, as concentrações são crescentes”, diz Maria Carolina Rodrigues, pesquisadora da UFRJ, que participou de uma revisão sobre os impactos das PFAS ②.

Dada a repercussão do tema, várias empresas, entre elas Apple e McDonald’s, comprometeram-se a eliminar voluntariamente o uso das PFAS em seus produtos nos próximos anos (embora nem sempre expliquem como farão isso).

Mas não dá para depender apenas da boa vontade da iniciativa privada – até porque uma estratégia comum tem sido trocar PFAS de cadeia longa, mais vilanizadas, por moléculas de cadeia curta, como se isso fosse certeza de resolução do problema (talvez não seja). É por isso que, cada vez mais, discute-se a regulação delas.

Remover as substâncias produzidas nos últimos 80 anos do planeta é quase impossível. Por isso, o foco é parar de fabricá-las.

Contra-ataque

No âmbito global, a Convenção de Estocolmo – um acordo assinado por mais de 150 países para combater poluentes persistentes – regula apenas três PFAS: o PFOA (banido desde 2019), o PFHxS (também proibido) e o PFOS (uso limitado).

Regulações mais abrangentes, porém, avançam a passos lentos – muito por conta do lobby da indústria, que teria de se reinventar (e possivelmente diminuir o seu lucro, ao menos no começo) para substituí-las. Para várias aplicações, ainda não há alternativas óbvias para as PFAS.

Mesmo assim, dado o nível crescente de evidências científicas, o cerco está se fechando. Nos EUA, o governo Biden estabeleceu um limite rígido para seis tipos de PFAS na água potável: apenas quatro partes por trilhão, o menor nível que os testes atuais conseguem detectar.

Em 2025, Trump cancelou a regra para quatro das seis substâncias – mas manteve a restrição para o PFOA e o PFOS, os dois mais estudados (apesar de a produção deles ter sido banida há tempos, os que já foram fabricados continuam circulando por aí porque são, bem, eternos). A partir de 2031, toda estação de tratamento americana deverá remover os químicos da água potável.

O processo padrão de purificação da água não elimina as PFAS, mas já existem técnicas para isso, como a filtragem de carbono: usa-se um tipo de carvão ativado bem poroso para adsorver (reunir na superfície do material) as substâncias, que então podem ser separadas e armazenadas. Trata-se de um processo complexo e caro – a EPA, agência ambiental americana, estima que a implementação das tecnologias custe US$ 1,5 bi anuais às estações de tratamento, que estão processando o governo na Justiça para tentar impedir a mudança.

Cientistas pesquisam diferentes maneiras de retirar a PFAS do ambiente. Um estudo recente descobriu que algumas bactérias que vivem em solos contaminados com essas substâncias se adaptaram e conseguem quebrar as poderosas ligações de carbono-flúor para se alimentarem. Cultivar essas linhagens pode oferecer um novo método, embora isso ainda esteja no campo da especulação ③.

Mas a verdade é que ainda não há uma maneira em grande escala de remover todas as PFAS geradas nos últimos 80 anos. A contaminação é,

Fontes ② artigo "Early-life exposure to PCBs and PFAS exerts negative effects on the developing central nervous system"; ③ artigo "PFAS biodegradation by Labrys portucalensis F11: Evidence of chain shortening and identification of metabolites of PFOS, 6:2 FTS, and 5:3 FTCA"; ④ artigo "Uncovering the impact of agricultural activities and urbanization on rivers from the Piracicaba, Capivari, and Jundiaí basin in São Paulo, Brazil: A survey of pesticides, hormones, pharmaceuticals, industrial chemicals, and PFAS".

ines249

em grande parte, irreversível. O foco, então, tem sido em diminuir o ritmo de produção de mais substâncias para tentar frear o problema.

Algumas medidas em nível local já foram aprovadas. O esforço mais impactante vem da União Europeia. Desde 2023, o bloco discute proibir a produção, a venda e a importação de quase todas as PFAS, seja qual for o nível de perigo conhecido. O plano prevê algumas exceções – como na área da saúde – e um bom tempo de transição, mas ainda é uma medida considerada radical, já que o banimento valeria inclusive para aplicações em que ainda não há substitutos óbvios.

O bloco argumenta que é melhor pecar pelo excesso de zelo do que correr riscos, e que a proibição vai obrigar empresas a inovar e a investir em pesquisas para descobrir novas substâncias. Isso já acontece hoje: depois que o PFOS foi reconhecido como tóxico, a 3M passou a produzir uma espuma contra incêndios sem flúor. Se a norma europeia de fato avançar, podemos esperar por mais descobertas do tipo nos próximos anos.

Já o Brasil está atrasado na discussão: no País, aplicam-se apenas as restrições da Convenção de Estocolmo. Um projeto de lei para criar uma regulação nacional abrangente tramita no Congresso desde 2023.

Por aqui, aliás, faltam inclusive dados de monitoramento para verificar o quanto de PFAS circula na natureza brasileira e em nossos corpos. “Não dá para saber qual é o tamanho do problema. Os trabalhos que temos ainda são pequenos e não representam o País todo”, diz Cassiana Montagner, professora da Unicamp que liderou o primeiro estudo a identificar as substâncias em rios de São Paulo ④.

Enquanto as regulações não saem, o que podemos fazer para limitar nossa exposição às substâncias eternas? A verdade é que não muito. Você já deve saber que não se pode deixar panelas antiaderentes no fogo por muito tempo sem comida dentro – e que elas devem ser descartadas quando o fundo estiver danificado ou descascando. Tudo isso ajuda a diminuir as chances de intoxicação.

Mas, infelizmente, não dá para evitar por completo as PFAS de todos os outros itens que você viu retratados nas páginas desta reportagem. Essas substâncias chegaram para ficar – para sempre. Que as resoluções internacionais e nacionais, então, avancem para que as próximas gerações tenham cada vez menos contato com elas.

ines249

A SAGA da(s) VOYAGER

Texto *Bruno Garattoni* **Design** *Juliana Krauss*

Elas foram projetadas para durar cinco anos. Mas seguem funcionando, e viajando, há quase meio século – já estão no espaço interestelar, a mais de 20 bilhões de quilômetros da Terra. São a criação humana a ir mais longe no Universo, e levam consigo um tesouro: um disco apresentando nossa espécie a civilizações alienígenas.

MARES NUNCA DANTES NAVEGADOS

As sondas passaram por quatro planetas, observaram uma supernova – e foram às fronteiras do Sistema Solar.

Voyager 1

5 de setembro
1977
A Voyager 1 decola do Kennedy Space Center, na Flórida.

5 de março
1979
A sonda faz sua maior aproximação de Júpiter.

12 de novembro
1980
Passagem por Saturno, a 124 mil km do planeta.

14 de fevereiro
1990
Envia sua última foto [*veja na página ao lado*].

17 de fevereiro
1998
A sonda se torna o objeto humano mais distante no espaço.

1977 1987 1997

Voyager 2

20 de agosto
1977
A Voyager 2 decola do Kennedy Space Center, na Flórida.

9 de julho
1979
Faz sua maior aproximação de Júpiter.

25 de agosto
1981
A sonda passa por Saturno.

24 de janeiro
1986
Passa por Urano, onde descobre 11 novas luas.

-
1987
Enxerga a supernova 1987A – primeira a ser analisada com tecnologia moderna.

25 de agosto
1989
A Voyager 2 é a primeira nave a observar Netuno.

ines249

2007
2017
2027

UM PÁLIDO PONTINHO AZUL

EM 14 DE FEVEREIRO DE 1990, quando a Voyager 1 se encontrava a 6 bilhões de quilômetros da Terra, ela capturou esta foto, batizada de Pale Blue Dot (o nome veio do título de um livro do astrônomo Carl Sagan). Ela é, até hoje, a imagem mais distante já capturada do nosso planeta.

15 de dezembro
2004
A Voyager 1 ultrapassa o "choque de terminação": ponto que representa a fronteira da heliosfera.

5 de setembro
2007
A Voyager 2 ultrapassa o "choque de terminação".

25 de agosto
2012
A Voyager 1 entra no espaço interestelar.

5 de novembro
2018
A Voyager 2 entra no espaço interestelar.

10 de novembro
2025*
As Voyager 1 e 2 estão a 25,2 bilhões e 20,9 bilhões de quilômetros da Terra, respectivamente.

*Data de conclusão deste texto.

Fotos: Divulgação/Nasa.

ines249

“CIENTIFICAMENTE, É UMA GRANDE perda. Emocionalmente, eu acho, talvez seja ainda maior”, declarou a cientista Suzanne Dodd, da Nasa, ao *New York Times*. Dodd se referia à Voyager 1, que parecia estar morrendo: em 14 de novembro de 2023, a sonda começara a enviar para a Terra um sinal truncado, sem qualquer dado discernível. Os engenheiros da Nasa vinham trabalhando no problema havia quatro meses – e Dodd, a diretora da missão, já estava perdendo as esperanças.

A Voyager 1 e sua irmã gêmea, a Voyager 2, foram lançadas ao espaço em 1977 com a missão de visitar Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, numa jornada prevista para durar aproximadamente cinco anos. Mas já estavam há quase cinco *décadas* viajando pelo espaço. Elas haviam se tornado os dois primeiros, e até hoje únicos, objetos criados pela humanidade a alcançar o espaço interestelar, nas fronteiras do Sistema Solar. Quando a Voyager 1 bugou, ela estava a 24 bilhões de quilômetros da Terra – uma distância que beira o incompreensível, tão longa que os sinais de rádio enviados pela sonda, mesmo se propagando na velocidade da luz, demoravam 23 horas para chegar à Terra (os comandos enviados daqui pela Nasa, outras 23). Se a história dela terminasse ali, já estaria de bom tamanho.

Mas não terminou. Quando tudo parecia perdido, e Dodd (que chefia a missão desde 2010) já refletia com melancolia sobre o fim da Voyager 1, os engenheiros da Nasa conseguiram identificar o problema: um chip de memória do Flight Data Subsystem (FDS), um dos três computadores da sonda, havia pifado. As Voyager têm uma quantidade minúscula de memória: 68 kilobytes, ou 0,068 megabyte. Isso se deve às limitações tecnológicas da época em que foram construídas. Mas essas restrições também acabaram jogando a favor: como os chips de memória tinham capacidade muito baixa, e nenhum deles era suficiente para armazenar sozinho os 68 kB, a Voyager 1 recebeu vários.

Os engenheiros da Nasa pensaram o seguinte: ok, vamos transferir o software afetado para outro chip, que ainda esteja bom. Só que aí apareceu um novo obstáculo. O Flight Data Subsystem não cabia nos espaços livres disponíveis na memória da sonda. Num esforço de engenharia, o software foi reescrito do zero, agora seguindo uma lógica modular: ele passou a ser formado por vários pedaços independentes, que poderiam se encaixar nos setores de memória disponíveis. A atualização foi transmitida da Terra e, dois dias depois, veio a resposta: a Voyager 1 voltara a funcionar normalmente. Ela estava salva.

Em março deste ano, a Nasa fez outro reparo mirabolante: conseguiu consertar os propulsores principais da Voyager 1, que haviam parado de funcionar em 2004. Eles operam com hidrazina, um líquido que é vaporizado em quantidades minúsculas – ao ser expelido, gera empuxo suficiente para manobrar a sonda e mantê-la com as antenas apontadas para a Terra. Para que a hidrazina não congele em contato com o frio do espaço, os propulsores têm aquecedores internos, mas dois deles falharam e o líquido congelou.

Então surgiu um plano arriscado para tentar consertá-los. A Nasa iria usar propulsores auxiliares para rotacionar a Voyager 1, deixando-a propositalmente desalinhada com suas “estrelas-guia”, astros cujas posições a sonda usa para se orientar. O sistema operacional da Voyager tem um mecanismo que tenta corrigir isso, disparando automaticamente os propulsores principais (justamente os que estavam inoperantes) para recolocá-la na posição correta. Só que os propulsores entupidos poderiam explodir, colocando a sonda em risco. Os cientistas enviaram os comandos e esperaram, apreensivos. Dois dias depois, as respostas começaram a chegar. A sonda informou que havia executado a ordem, e isso havia disparado a correção automática. Vinte minutos depois, a temperatura dos propulsores entupidos aumentou muito – algo bom, pois significava que eles haviam voltado a funcionar. “Foi mais uma salvação milagrosa da Voyager”, disse Todd Barber, engenheiro de propulsão da Nasa.

A gêmea Voyager 2 também teve um momento recente de vida ou morte. Em julho de 2023, a Nasa enviou um comando alterando a orientação da sonda, para que a antena principal dela ficasse perfeitamente apontada para a Terra. Só que esse comando continha um errinho, de 2 graus, no ângulo da antena. Foi o suficiente para deixar a Voyager 2, que

As sondas já sobreviveram a vários momentos de “quase morte”. Mas, hoje, elas lidam com uma ameaça inescapável: a perda de força das suas baterias nucleares.

ines249

DURAS NA QUEDA

As Voyager usam tecnologias simples (suas câmeras, por exemplo, são derivadas de modelos usados nos estúdios de TV da época) mas muito robustas.

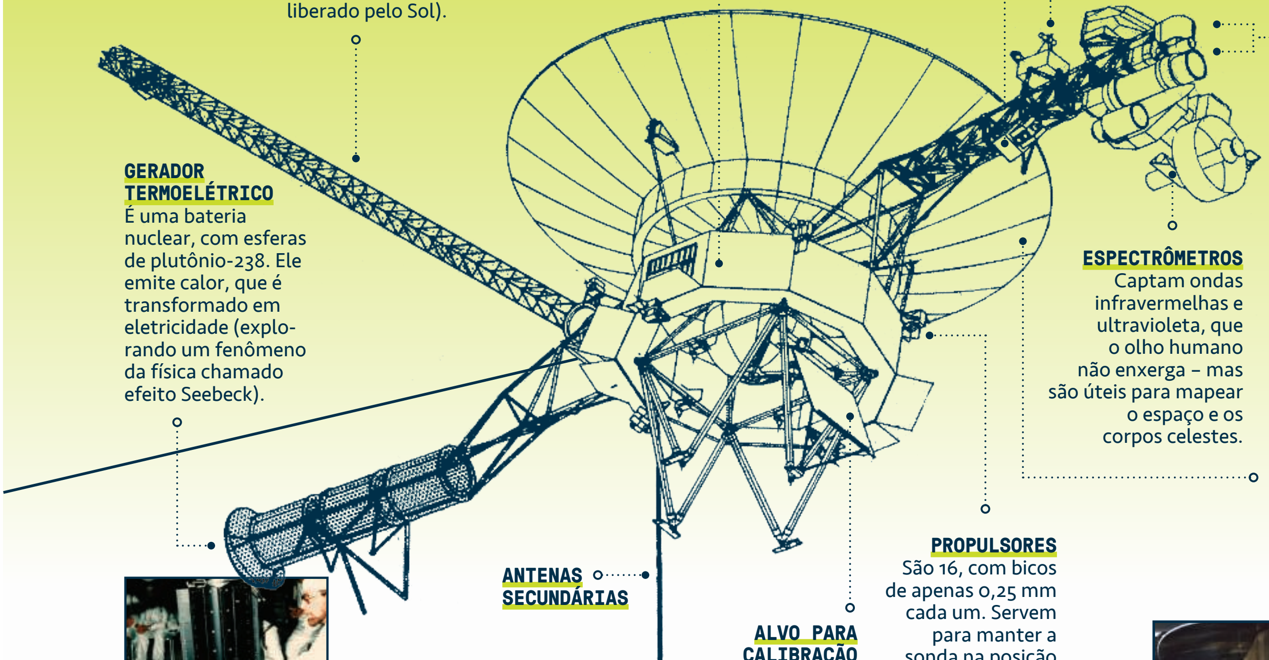
FICHA TÉCNICA

VOYAGER 1 E 2

CONSTRUTOR: **Jet Propulsion Lab (Nasa)**

TAMANHO: **17,4 x 2,9 x 6,4 m (largura x altura x profundidade)**

PESO: **722 kg**



MAGNETÔMETRO
Mede os campos magnéticos do espaço e dos planetas e sua interação com o vento solar (fluxo de partículas eletricamente carregadas liberado pelo Sol).

CENTRAL ELETRÔNICA
Contém os transmissores e receptores de rádio, e demais circuitos da Voyager.

MEDIDOR DE ÍONS
Analisa fluxos de íons (partículas eletricamente carregadas) e elétrons.

DETECTOR DE RAIOS CÓSMICOS
Mede fluxos de partículas emitidas pelo Sol e por galáxias.

CÂMERAS
São duas, com a mesma resolução: 0,6 megapixel cada. Mas elas usam lentes distintas, e por isso sua resolução final difere. Na câmera principal, cada pixel corresponde a 100 metros do espaço. Já na outra, que é grande-angular (tem campo de visão mais aberto), cada pixel corresponde a 200 metros.

GERADOR TERMOELÉTRICO
É uma bateria nuclear, com esferas de plutônio-238. Ele emite calor, que é transformado em eletricidade (explorando um fenômeno da física chamado efeito Seebeck).

ESPECTRÔMETROS
Captam ondas infravermelhas e ultravioleta, que o olho humano não enxerga – mas são úteis para mapear o espaço e os corpos celestes.

ANTENA PRINCIPAL
É bem grande, com 3,7 metros de diâmetro, e muito sensível. Recebe sinais da Terra na frequência de 2,1 GHz, e responde a 2,3 GHz ou 8,4 GHz – na baixíssima velocidade de 7.200 bits por segundo (o equivalente a 0,0072 Mbps).

PROPULSORES
São 16, com bicos de apenas 0,25 mm cada um. Servem para manter a sonda na posição correta, com as antenas viradas para a Terra. Contêm hidrazina, um líquido que é vaporizado – e gera propulsão.

ANTENAS SECUNDÁRIAS

ALVO PARA CALIBRAÇÃO
É uma placa, com cores precisamente definidas, que as câmeras da Voyager usam para recalibrar seus circuitos.

naquele momento estava a 19,9 bilhões de quilômetros daqui, apontada para Júpiter. O sinal da sonda passou a chegar à Terra fraco e corrompido, impossível de ler; muito provavelmente, os comandos da Nasa também não alcançariam a outra ponta. Então a agência apelou para um último recurso. Acionou um transmissor que mantém em Canberra, na Austrália – ele alcança 100 mil watts e é o mais forte dos três que formam a Deep Space Network, a rede de antenas que é usada na comunicação com as sondas e também tem antenas na Califórnia e em Madri. O sinal foi enviado na potência máxima, no que a Nasa classificou como um "grito interestelar". Quase dois dias mais tarde, veio o alívio: a Voyager 2 respondeu, confirmando e obedecendo a ordem.

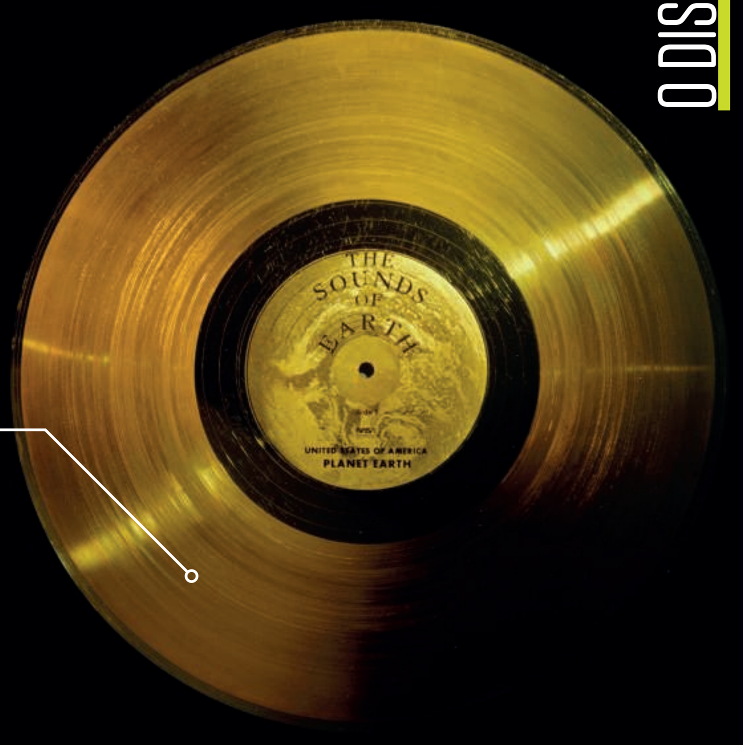
A Voyager 2 foi ao espaço em 20 de agosto de 1977, duas semanas antes da Voyager 1. É que ela foi enviada para fazer uma trajetória mais longa que a irmã (que a ultrapassou, tomando a frente, já em dezembro daquele ano). A Nasa escolheu 1977 porque os planetas que as sondas iriam visitar estavam num alinhamento que só ocorre a cada 175 anos. O primeiro foi Júpiter, que a Voyager 1 alcançou em janeiro de 1979: ela passou a 349 mil quilômetros do planeta (aproximadamente a mesma distância da Terra à Lua). Em seguida, em novembro de 1980, ela passou por Saturno, onde fotografou Titã, a maior lua do planeta. A Voyager 2 também começou visitando Júpiter, em julho de 1979, e depois Saturno, em 1981,

ines249

O DISCO DE OURO

Cada uma das Voyager leva uma cópia dele – criado pelo astrônomo Carl Sagan para um eventual encontro com civilizações extraterrestres.

O DISCO



Parece um LP de vinil, mas é feito de cobre revestido com níquel e ouro. Contém 116 imagens da vida na Terra, desenhos e sons de animais, música e frases amistosas faladas em 55 idiomas – em português, por exemplo, a saudação escolhida foi “paz e felicidade a todos”. que cresceu no Rio de Janeiro).

A CAPA

Além de proteger o disco, traz instruções de como tocá-lo

1. IMAGEM DO DISCO

2. AGULHA

3. CÓDIGO BINÁRIO indicando a velocidade em que o disco deve ser rodado (1 giro a cada 3,6 segundos)

4. VISÃO FRONTAL DA AGULHA tocando o disco

5. DIAGRAMA INDICANDO A LOCALIZAÇÃO DO SOL, a partir de 14 pulsares (estrelas de nêutrons)

6. REPRESENTAÇÃO ELÉTRICA DE UM SINAL DE VÍDEO

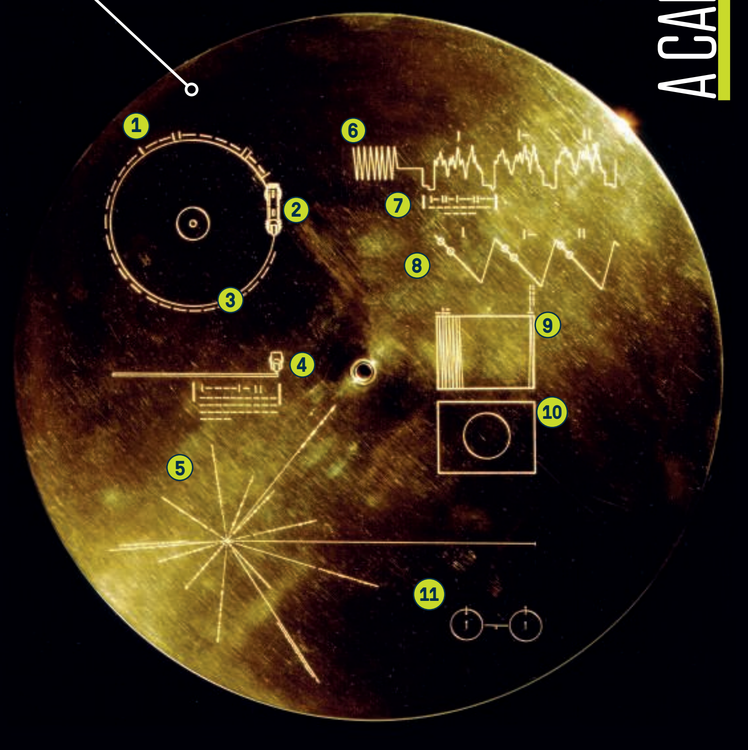
7. CÓDIGO BINÁRIO indicando a frequência de escaneamento

8. ESCANEAMENTO DA IMAGEM

9. QUADRO MOSTRANDO A FORMAÇÃO DA IMAGEM

10. Se o disco for tocado corretamente, **A PRIMEIRA IMAGEM EXIBIDA SERÁ UM CÍRCULO**

11. ÁTOMO DE HIDROGÊNIO, o elemento mais comum do Universo



ines249

mas foi a mais dois planetas: Urano, em janeiro de 1986, e Netuno (agosto de 1989). As imagens capturadas pelas sondas revolucionaram o estudo desses planetas, permitindo que os cientistas estudassem em detalhes a atmosfera e o relevo de cada um – as Voyager descobriram, por exemplo, que há vulcões ativos em Io, uma das luas de Júpiter (planeta em que elas também detectaram relâmpagos, um fenômeno até então considerado exclusivo da Terra).

Mas talvez seu feito mais impressionante tenha sido outro. Em 14 de fevereiro de 1990, a Voyager 1 apontou suas duas câmeras para a Terra, que capturou como um minúsculo pontinho azul. Essa imagem, batizada de Pale Blue Dot ("pálido ponto azul"), até hoje é a foto mais distante já tirada da Terra – e ilustra, com força extraordinária, nossa pequenez ante a vastidão do Universo.

Em agosto de 2012, a Voyager 1 se tornou o primeiro objeto humano a deixar a heliosfera (região preenchida pelo "vento solar", um fluxo de partículas eletricamente carregadas que é emitido pelo Sol) e entrar no espaço interestelar – coisa que a Voyager 2 fez em novembro de 2018. Não é, ao contrário do que às vezes se lê por aí, a mesma coisa que deixar o Sistema Solar. Isso só ocorrerá quando as sondas atravessarem a chamada Nuvem de Oort, um agrupamento de "planetesimais" (pequenos corpos rochosos ou de gelo, com no máximo 100 km de diâmetro) que representa a fronteira final. A Voyager 1 está se deslocando a 60 mil km/h (a irmã, a 55 mil km/h), mas ainda deve levar 300 anos para alcançar essa nuvem – e até 30 mil para cruzá-la toda.

Ambas vão parar de transmitir bem antes disso. Na verdade, elas já estão meio perto do fim.

A bateria e o disco

As sondas Voyager são alimentadas por geradores termoelétricos com radioisótopos, também conhecidos como "baterias nucleares". Trata-se de cilindros preenchidos com esferas de plutônio-238, um elemento que emite radiação e calor. Esse calor entra em contato com uma placa fria, dentro do gerador, e algo interessante acontece: gera-se uma corrente elétrica. É o efeito Seebeck, descoberto em 1822 pelo físico alemão Thomas Johann Seebeck. As Voyager usam essa tecnologia (também adotada em outros veículos da Nasa, como os rovers marcianos Perseverance e Curiosity) para alimentar seus transmissores e demais circuitos. O problema é que, conforme o plutônio vai "decaindo" (sua radioatividade decresce naturalmente), ele passa a gerar menos calor – e a bateria nuclear perde a capacidade de gerar energia.

Hoje, os geradores presentes nas Voyager estão operando a aproximadamente 225 watts cada um, menos da metade dos 470 W que forneciam quando as sondas eram novas. Ao longo dos anos, a Nasa foi desativando vários sistemas das sondas para economizar energia e tentar prolongar a vida útil delas. As câmeras da Voyager 1 foram desligadas em fevereiro de 1990, logo depois que ela capturou a famosa foto da Terra (na Voyager 2, a Nasa desconectou as câmeras em dezembro de 1989). Os espectrômetros, que captam ondas infravermelhas e ultravioleta, também já pararam – o último deles foi desligado em 2016. O magnetômetro e o analisador de plasma (que medem os campos magnéticos dos planetas e o vento solar), por outro lado, continuam operando. A Voyager 2 já entrou na reserva de energia, o finzinho da bateria nuclear, e a Voyager 1 deve fazer isso em 2026. A Nasa estima que, na melhor das hipóteses, as sondas terão energia suficiente para continuar operando, e se comunicando com a Terra, até 2036.

> O Golden Record foi concebido como um cartão de visitas da espécie humana. Mas também contou com certo improviso – e uma música que poderia ser mal interpretada.

Daí para a frente, será apenas silêncio. As Voyager estarão completamente sozinhas. Mas ainda levarão consigo algo muito precioso: o Golden Record. Cada sonda transporta dentro de si uma cópia desse disco, que foi idealizado pela Nasa junto com o astrônomo americano Carl Sagan. O disco de ouro (material escolhido por ser altamente resistente à corrosão) é uma espécie de cartão de visitas da humanidade, contendo informações sobre a nossa espécie, para o caso de um encontro das Voyager com alguma civilização extraterrestre.

A capa do Golden Record, também feita de ouro, traz instruções tentando ensinar aliens a tocar o disco [*veja no infográfico ao lado*]. Ele parece um LP comum, de música. Mas, se executado corretamente, gera um sinal elétrico cuja decodificação exibe fotos, além de áudio. São 116 imagens mostrando o dia a dia humano (uma mulher num supermercado, pessoas tomando sorvete, comendo panquecas e bebendo água), artefatos tecnológicos (a antena do radiotelescópio de Arecibo, em Porto Rico) e feitos científicos – uma página do *Principia Mathematica*, livro de 1687 em que Isaac Newton descreve a lei da gravitação universal. Também há diagramas mostrando nossa posição no Universo, desenhos de animais e trechos de áudio, como risadas e saudações, além de 27 músicas. São composições folclóricas, trechos de sinfonias (Bach, Beethoven, Mozart) e o hit *Johnny B. Goode* – uma das canções fundadoras do rock and roll, lançada em 1958 pelo americano Chuck Berry.

Sabe-se lá como extraterrestres interpretariam tudo isso. Talvez achassem que o tal Johnny, caipira de Louisiana citado na música, fosse nosso líder supremo – e sua guitarra, que ele levava num saco, um invencível instrumento de guerra. A seleção do que iria entrar no Golden Record não foi estritamente científica; também teve certo teor de improvisação. Talvez porque, no fundo, as autoridades dos EUA não acreditassem que o disco realmente pudesse chegar a alguma civilização alienígena – nem que as Voyager pudessem ir tão longe.

ines249

Conto de BRUXAS

Quatro séculos atrás, uma epidemia de medo tomou conta da Europa e chegou até as Américas. Entenda as raízes da caça às bruxas, que torturou e matou milhares de pessoas acusadas de um crime imaginário.

ines249

e

Texto
Maria Clara Rossini
✦
Design
Cristielle Luise
✦
Ilustração
Gustavo Magalhães

Em Edimburgo, lojas de bruxaria são como farmácias no Brasil: tem uma a cada esquina. Lá se vendem velas, livros de ocultismo, incensos superfaturados, pelúcias de gatos pretos e umas 20 versões de baralhos de tarô.

O turismo da capital escocesa está intimamente ligado às bruxas, com ruas que inspiraram a autora de Harry Potter até passeios noturnos que contam a história de cidadãos acusados de bruxaria no início do século 17. O rei Jaime VI, que governou a Escócia entre 1567 e 1625, foi o monarca que mais se envolveu com a perseguição às feiticeiras hereges. No Castelo de Edimburgo, no centro da cidade, mais de 300 supostas bruxas foram enforcadas ou queimadas ao longo de seu reinado.

Durante 200 anos, países como Escócia, Alemanha, Suíça e França compartilharam de um profundo medo de bruxas. Estima-se que esse pânico tenha resultado na morte de 40 mil a 60 mil pessoas nos séculos 16 e 17, condenadas por um crime que não existe ①. Os julgamentos eram sérios, conduzidos por juízes renomados, com o aval da Igreja e do Estado, e apoiados pela população.

A caça às bruxas está longe de ser apenas um surto coletivo. Foi um fenômeno organizado, contando com um arcabouço legal e teológico que permitiu as condenações – por mais absurdas que fossem. Vamos entender por quê.

E lá vamos nós

Feitiçaria não é um conceito estranho a culturas ancestrais. A ideia de usar magia para controlar o clima, curar doenças ou promover uma boa caçada está presente em diferentes povos, com suas devidas adaptações locais.

A prática costuma estar relacionada à religião, podendo ser usada tanto para o bem →

ines249

quanto para o mal. Essa representação está em uma das histórias escritas mais antigas do Ocidente: a feiticeira Circe, na *Odisseia* de Homero (século 8 a.C.), que transforma homens em animais.

Já o conceito da bruxa em si tem local e data de nascimento (um pouco) mais precisos: Europa medieval, quando o cristianismo já estava bem estabelecido. A inspiração vem de elementos da religião greco-romana, como as lâmias (criaturas femininas que se alimentam de homens e crianças), as harpias (mulheres-aves que voam) e até os bacanais (festas orgiásticas dedicadas ao deus Baco). As orgias, como você verá, são uma característica indispensável das bruxas.

A musa das bruxas foi Diana, deusa da caça e da Lua na mitologia romana. Assim como as feiticeiras medievais, ela está associada à natureza e a caçadas noturnas. É uma deusa que se apresenta em três formas – uma delas é Hécate, deusa da magia, das ervas e do submundo. Mais bruxa, impossível.

Então, afinal: como todas essas inspirações greco-romanas acabaram em um caldeirão e deram origem à bruxa que conhecemos? Um ponto-chave dessa história foi a criação e a consolidação do Diabo.

Em muitas doutrinas antigas, o bem e o mal eram faces da mesma moeda. Poseidon, deus grego dos mares, poderia abençoar ou amaldiçoar os navegantes, a depender do seu humor (e das oferendas concedidas a ele). As religiões monoteístas, por outro lado, separaram esses conceitos em duas entidades distintas.

A primeira fé monoteísta de que se tem registro foi o zoroastrismo, que surgiu na Pérsia (atual Irã) há mais de 3,5 mil anos. Ele introduziu os conceitos de céu e inferno ("paraíso" é uma palavra de origem persa, por exemplo), de anjos e demônios e do dia do julgamento final – ideias que, muitos séculos mais tarde, inspirariam as bases do cristianismo.

110 MIL PESSOAS foram julgadas por bruxaria entre 1450 e 1750, segundo estimativas.

A separação entre o bem e o mal fez surgir (na visão religiosa, é claro) uma figura diretamente oposta a Deus – e, junto, a possibilidade de criar pactos com ela. As bruxas, então, seriam pessoas que selaram esse acordo por conta própria, usando a magia para servir ao tinhoso.

"A melhor maneira de entender a crença em bruxas é como um texto que foi apagado e reescrito no mesmo papel", diz Mikki Brock, historiadora especialista em caça às bruxas. "É o empilhamento de ideias. Uma combinação de crenças clássicas com folclore, interpretações teológicas e eventos vividos."

Nos séculos seguintes ao início do cristianismo, construiu-se a ideia de bruxaria como uma interpretação de tradições e histórias pagãs ao olhar da Igreja. Quem estivesse cultuando outras entidades estaria, na visão cristã, relacionando-se com demônios. Simples assim.

Preparando o terreno

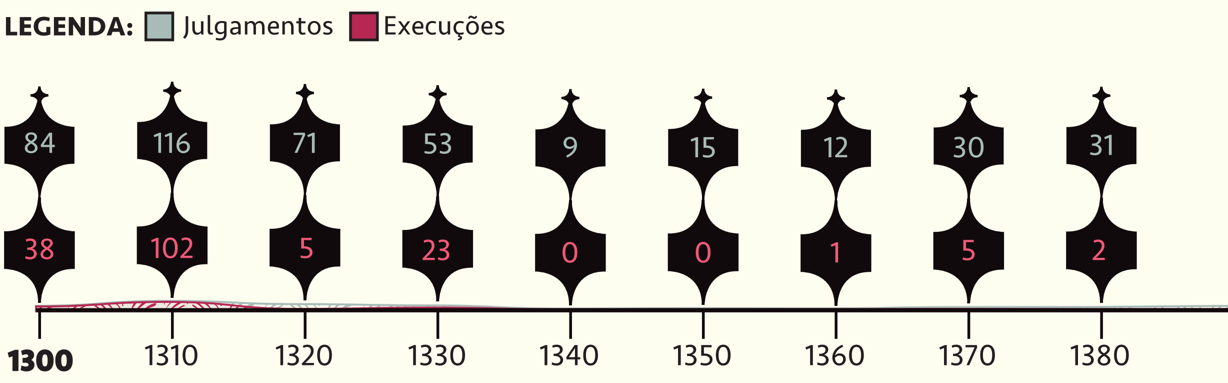
A caça às bruxas, vale dizer, não ocorreu na Idade Média (século 5 ao século 15). Essa época, no entanto, estabeleceu algumas das bases para que a perseguição atingisse o auge na Idade Moderna.

A primeira delas foi um documento chamado *Canon Episcopi*, que se tornou lei da Igreja em 1140. Ele diz que algumas mulheres acreditavam estar cavalgando à noite com a deusa pagã Diana (olha ela aí!), juntando-se em grupos femininos na floresta. Segundo o texto, esses devaneios eram induzidos pelo Diabo, que queria afastar as mulheres de Deus e do cristianismo. A crença nessas visões era considerada heresia.

Em 1252, o papa Inocêncio IV (que de inocente não tinha nada) autorizou o confisco de bens, a prisão e a tortura de pessoas suspeitas de heresia. Foi a bola levantada que o papa seguinte, Alexandre IV, precisava para dar o corte: Alexandre decretou que a feitiçaria poderia ser julgada junto com a heresia.

HORA DO MAL

O auge da caça às bruxas ocorreu entre 1560 e 1680. A linha do tempo mostra o número de julgamentos e execuções documentados em registros históricos.



Fonte artigo "Witch Trials", de Peter T. Leeson e Jacob W. Russ .

ines249

No século 14, o cenário já estava montado para a perseguição. Na época, crescia uma vertente da Igreja que acreditava que as tais "cavalgadas noturnas" não eram imaginárias, mas sim uma bruxaria real – e que precisava ser combatida. Em 1484, o papa Inocêncio VIII publicou o *Summis Desiderantes Affectibus*, documento que legitima os inquisidores para julgarem as bruxas.

O *Summis* é resultado das denúncias do frade Heinrich Kramer, um inquisidor ferrenho tão obcecado por bruxas quanto o Sr. Crocker é obcecado por fadas em *Os Padrinhos Mágicos*. Kramer é autor do principal guia de caça às bruxas: *Malleus Maleficarum* ("O Martelo das Feiticeiras").

Publicado em 1486, a primeira parte do *Malleus* apresenta argumentos teológicos da existência da bruxaria. A segunda traz exemplos práticos (com descrições pornográficas) das ações das bruxas. A terceira e última parte descreve como um julgamento de bruxaria deveria ser conduzido, quais aspectos observar e como usar tortura para interrogar as suspeitas.

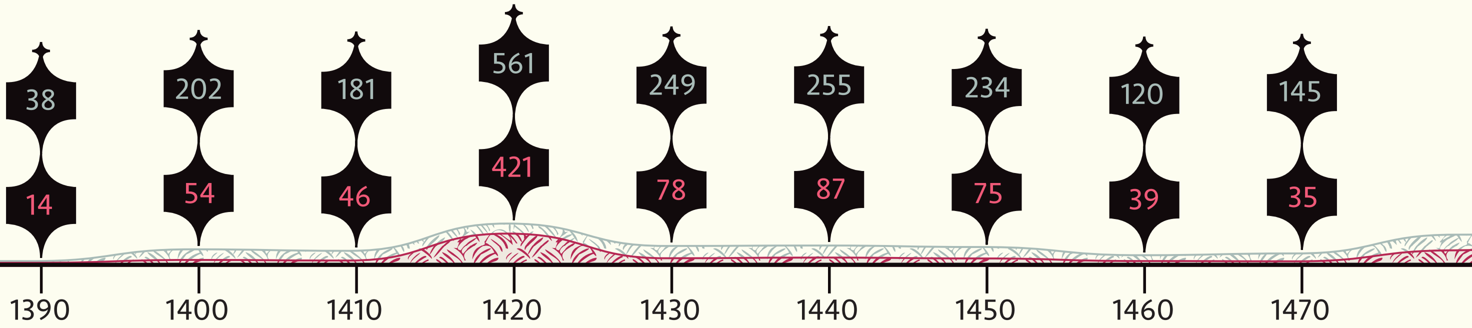
A bruxa tá solta

Qualquer cidadão europeu dos séculos 16 e 17 descreveria uma bruxa da mesma forma: uma pessoa, geralmente mulher, que fez um pacto com o Diabo. Ela voava à noite em direção à floresta para participar de encontros com outras bruxas (os sabás). O segredo da levitação era uma pomada que elas passavam em vassouras e no próprio corpo.

Ao chegarem à floresta, elas davam início ao sabá: matavam e comiam crianças, faziam sexo com Satã (e entre si) e renunciavam à fé cristã, às vezes usando crucifixos como sapato ou defecando em cima da hóstia.

A cena deixaria qualquer vovó de cabelos em pé. Algo assim nunca aconteceu, claro – mas era o que se pensava que ocorria na mata. Boa parte desse imaginário vem do *Malleus*, que teve 28 edições em apenas 100 anos – um best-seller.

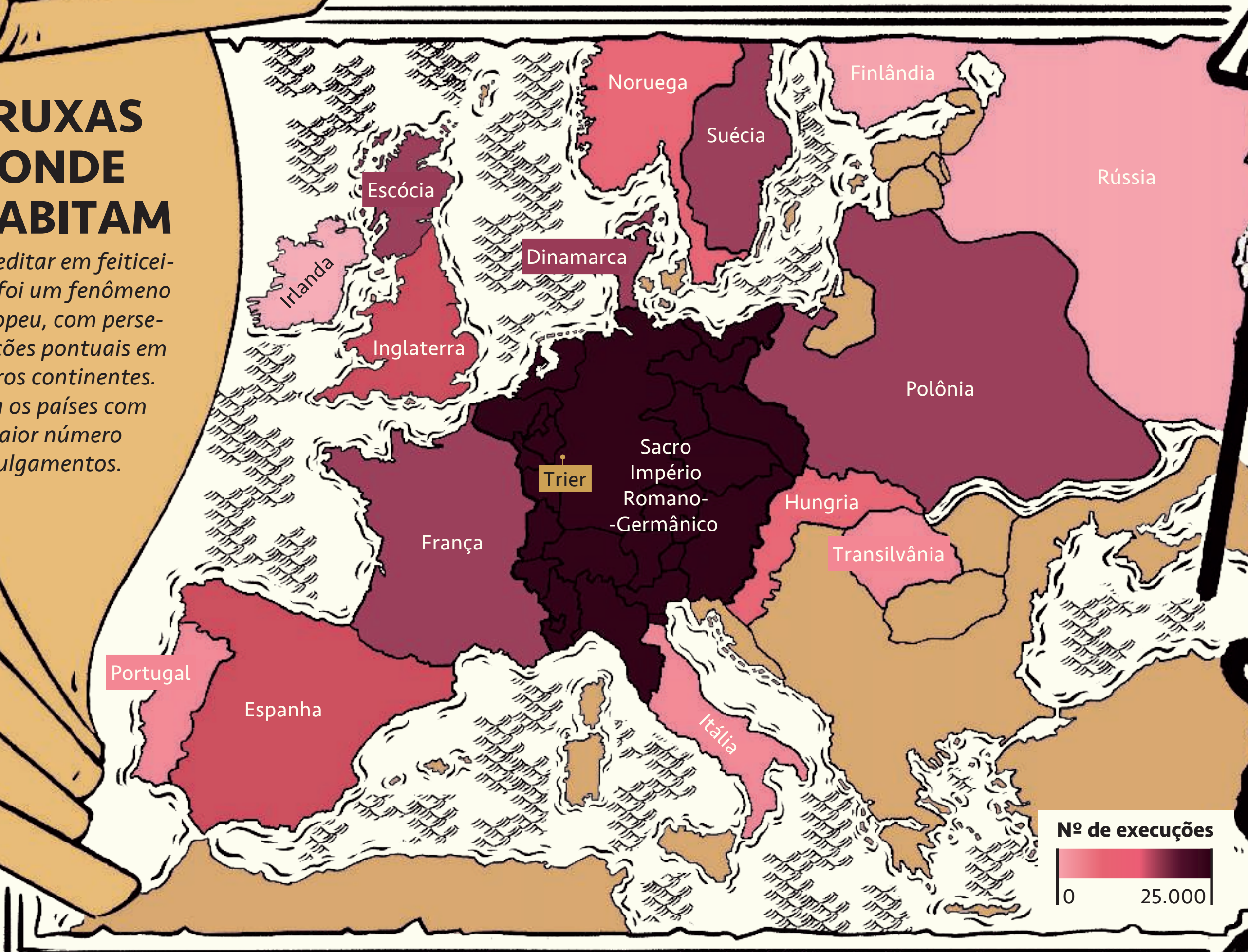
O livro argumenta que as mulheres são mais suscetíveis a fazer o pacto com o Diabo por serem fracas, carnais e estúpidas. Caíam facilmente em tentação. O discurso →



ines249

BRUXAS E ONDE HABITAM

Acreditar em feiticeiras foi um fenômeno europeu, com perseguições pontuais em outros continentes. Veja os países com o maior número de julgamentos.


Noruega
Suécia
Finlândia
Rússia
Escócia
Dinamarca
Irlanda
Inglaterra
Polônia
Sacro Império Romano-Germânico
Trier
França
Hungria
Transilvânia
Portugal
Espanha
Itália
Nº de execuções
0
25.000

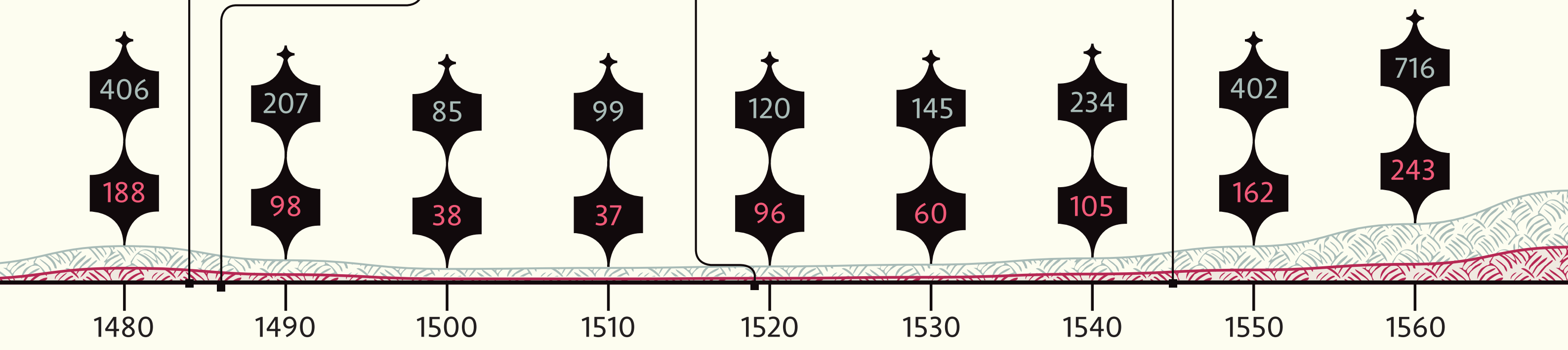
Fonte artigo "Witch Trials", de Peter T. Leeson e Jacob W. Russ.

1484
Papa Inocêncio VIII emite a bula papal *Summis Desiderantes Affectibus*

1486
Publicação do *Malleus Maleficarum*

1519
Reforma Protestante

1545
Contrarreforma Católica



ines249

misógino dá respaldo para as acusações direcionadas a elas: 80% das pessoas julgadas por bruxaria na Europa foram mulheres (a porcentagem varia dependendo da região; em alguns países, como a Rússia, houve mais homens condenados pelo crime do que mulheres).

Embora já houvesse julgamentos por bruxaria antes, a situação estourou na metade do século 16, com o início da Reforma Protestante. Em suas 95 teses publicadas em 1517, Martinho Lutero critica a Igreja Católica, mas não se opõe à perseguição às bruxas. Pelo contrário: os protestantes foram até mais engajados em eliminar as bruxas do que os católicos.

Apesar da cisão da Reforma, havia um certo pacto de não agressão em relação às bruxas. “Os católicos não acusavam os protestantes de bruxaria, e vice-versa. As perseguições ocorriam dentro das próprias religiões”, diz Brock. “É como se estivessem limpando a casa, garantindo que nenhum descrente, bruxa ou transgressor fizesse parte da comunidade.”

Os julgamentos católicos eram conduzidos pela Inquisição. Entre os protestantes, não havia uma única instituição responsável – os casos costumavam ser julgados por juízes independentes. A perseguição era mais intensa em locais que sofriam com a fome, a peste e as intempéries climáticas. O motivo de tanta desgraça, para eles, só podia ser feitiçaria.

As acusações geralmente estavam relacionadas à esfera doméstica e do campo: a vizinha que botou uma praga na plantação; a senhora que deixou a criança doente; a moça que matou a vaca de outro aldeão. Bastava um olhar mal-encarado ou xingamento para ser tachada de bruxa.

80% das acusadas por bruxaria eram **MULHERES**. Em geral, mais velhas e de baixo status social.

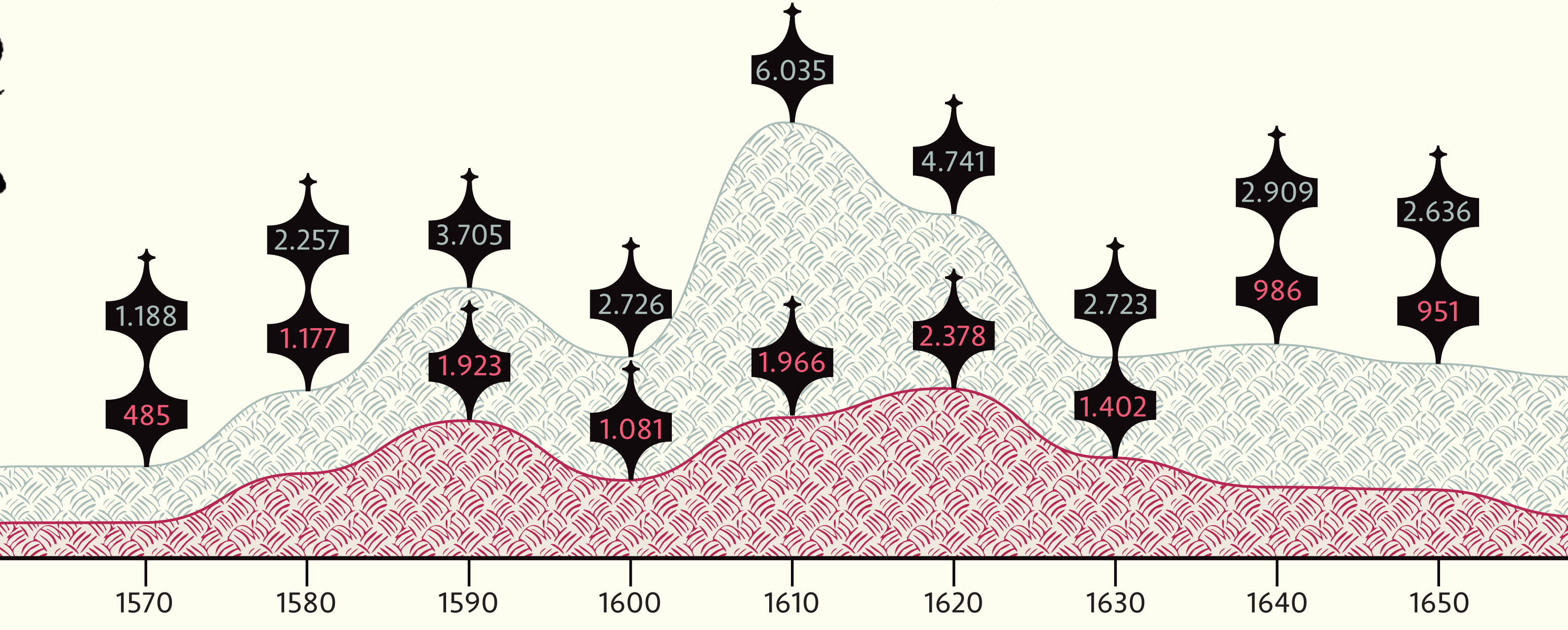
Essas mulheres eram cidadãs comuns, sem grande status social ou econômico. Havia uma tendência a acusar mulheres de meia-idade ou idosas. “Elas tinham mais sabedoria, e acreditava-se que elas não deveriam possuí-la. Aos olhos da população, elas teriam inveja da fertilidade das mais jovens, o que é um motivo para elas terem sido as mais atacadas”, diz a historiadora.

Havia meios curiosos de testar se alguém era culpado. Um deles era jogar a acusada num lago: se afundasse, era inocente; se flutuasse, era bruxa. A lógica era que a água seria uma criação divina, que rejeitaria alguém que fez um pacto com o Diabo. O problema: uma vez confirmado o afundamento, era preciso agir rápido para que um inocente não se afogasse.

Uma das primeiras cidades em que o pânico se instaurou foi Trier, na atual Alemanha. Como em toda a Europa, as suspeitas de bruxaria que negavam as acusações apanhavam. Ao cederem à pressão, eram obrigadas a falar quais outras mulheres participavam do sabá, criando um ciclo de denúncias infundadas motivadas pela tortura.

Em Trier, boa parte das acusações foi feita por Dietrich Flade, um dono de terras importante que entra para a lista dos homens obcecados por bruxas. Até que o feitiço virou contra o feiticeiro e ele mesmo foi acusado de bruxaria. Após sessões de tortura, ele admitiu participar dos sabás e morreu enforcado.

Ao contrário do que se imagina, as bruxas raramente eram queimadas vivas. Elas quase sempre morriam enforcadas – a morte rápida era um suposto ato de misericórdia. O corpo ia para a fogueira em seguida. O objetivo era evitar que o →



ines249

Diabo continuasse a agir por meio do cadáver.

Na época, os territórios de Alemanha, Áustria e Suíça faziam parte do Sacro Império Romano-Germânico. Essa foi a região com o maior número de julgamentos e mortes por bruxaria, com uma estimativa de 20 mil a 25 mil execuções ②. A imprensa ajudou a espalhar o pânico para diversos países da Europa, publicando até ilustrações dos supostos sabás.

Fora do Império, um dos locais mais impactados foi a Escócia. O rei Jaime VI acreditava que as bruxas haviam sido responsáveis por uma tempestade intensa que quase o matou numa viagem de navio. Ele intensificou a caça e se tornou o único monarca da História a publicar um tratado sobre bruxaria, o *Daemonologie*.

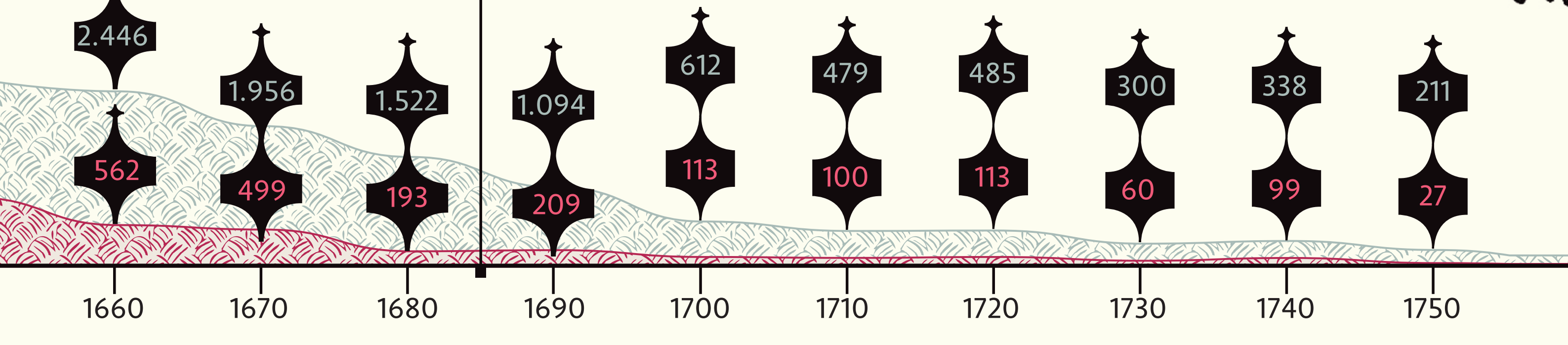
A situação piorou quando o monarca assumiu o trono da Inglaterra e Irlanda, sob o nome Jaime I. Ele espalhou suas ideias por toda a Grã-Bretanha, resultando em 4,8 mil julgamentos e 3 mil execuções (2). Jaime também encomendou uma nova tradução da Bíblia em inglês, substituindo o termo "feiticeiro" por "bruxa" ③.

Em terras britânicas, era comum cutucar as acusadas com uma agulha, em busca da "marca do Diabo" – um local do corpo que, quando perfurado, não causaria dor. Os inquisidores também buscavam pela "teta da bruxa", um suposto mamilo (que na prática podia ser uma pinta) por onde acreditava-se que as bruxas alimentavam seus familiares com o próprio sangue.

Os familiares (ou *imps*, em inglês) não eram parentes, e sim pequenos demônios que ajudavam as bruxas – e com quem elas (também) copulavam. Acreditava-se que eles assumiam a forma de bestas ou animais. Essa ideia foi provavelmente inspirada pelos gnomos e duendes do folclore celta. O gato preto da bruxa é um tipo de *imp*.

O saldo do período de caça às bruxas foi de 110 mil julgamentos na Europa ①. A poeira começou a baixar na segunda

1685
Difusão do Iluminismo



ines249

metade do século 17. Curiosamente, a principal causa não foi a ascensão do pensamento científico, mas o aumento do ceticismo entre os próprios juristas e teólogos.

Os juristas começaram a se questionar se torturar pessoas era uma maneira confiável de obter informações (*spoiler*: não era). Já os teólogos diziam que a obsessão pelas bruxas colocava o Diabo no foco das discussões e distanciava as pessoas de Deus.

A expansão do Iluminismo, entre o final do século 17 e o início do século 18, também foi essencial para que os países revissem sua legislação sobre o tema. À época da última execução por bruxaria na Europa, em 1782, a condenação já era vista pela população como um absurdo.

Talvez você tenha chegado até aqui sentindo falta de um capítulo nessa história. A caça às bruxas foi um fenômeno majoritariamente europeu, mas não significa que não tenha respingado em outros locais. Vamos saber agora o que aconteceu nas Américas – e na cidade de bruxaria mais famosa de todas.

Bem-vindo a Salém

A vila de Salém, em Massachusetts (EUA), foi um ponto fora da curva. Apesar da fama, lá ocorreram poucas execuções em comparação com as cidades europeias – só 19. A crença em bruxas foi importada pelos colonos ingleses, mas com atraso. Os julgamentos de Salém ocorreram em 1692, depois que o auge europeu já havia passado.

19 PESSOAS foram executadas por bruxaria em Salém. Todas entre 1692 e 1693.

Tudo começou com duas meninas brincando de adivinhação para descobrir com quem iam casar. As crianças adoeceram pouco tempo depois, e o médico que as examinou cometeu o infeliz erro de dizer que elas estavam enfeitiçadas por bruxas.

O pastor Samuel Parris, pai de uma das meninas, começou a acusar mulheres da comunidade. A melhora no estado de saúde das crianças era vista como sinal de que os julgamentos estavam funcionando.

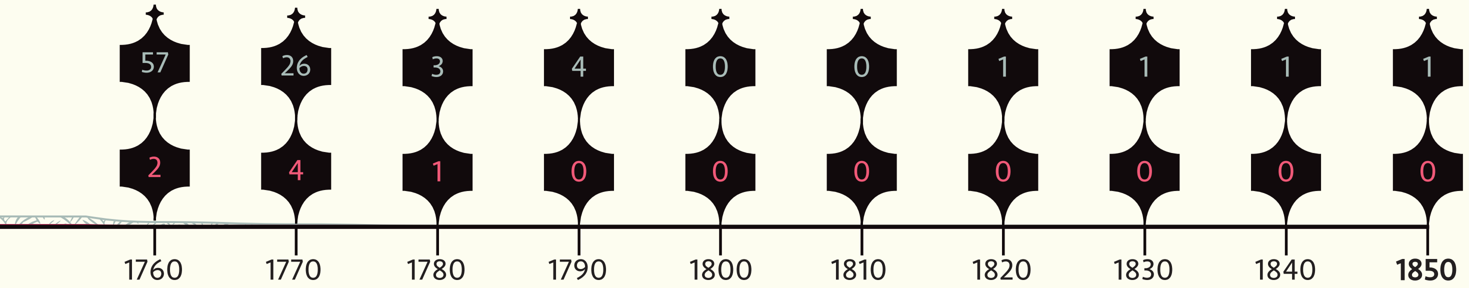
Outros julgamentos ocorreram nas colônias inglesas, espanholas e até portuguesas. Pois é: no Brasil, a Inquisição portuguesa usava o termo "feitiçaria", e as pessoas mais acusadas foram mulheres negras de religiões de matriz africana – uma heresia, aos olhos da Igreja. A Inquisição fez três visitas ao Brasil, em que reuniram acusados para serem julgados em Lisboa. O número de "feiticeiras" brasileiras acusadas é incerto.

Tanto no Brasil quanto na Europa, a bruxaria foi a forma que alguns cristãos encontraram para lidar com crenças e tradições díspares – enquadrando-as como crime. Dessa forma, as bruxas eram uma ameaça tão real quanto as doenças e a fome.

"As pessoas envolvidas na caça realmente acreditavam que bruxas eram reais, numerosas, letais e precisavam ser mortas", diz Mikki Brock. "É claro que há misoginia e um contexto patriarcal na época, mas é importante levar a sério aquilo de que as pessoas têm medo."

A situação não parece ter mudado muito ao longo dos séculos. O medo de conspirações ocultas continua vivo – só mudaram os alvos: judeus e comunistas no século 20; imigrantes e pessoas LGBTQIA+ hoje.

Tratar a caça às bruxas como um simples surto coletivo é ignorar sua lógica interna e suas raízes sociais. Como resume o historiador Jeffrey B. Russell, no livro *História da Bruxaria*: "Talvez estejamos formulando as indagações erradas quando perguntamos como isso pôde ter acontecido [...] A verdadeira indagação a ser feita é por que ocorrem períodos de relativa sanidade". S



Referências ① livro *The witch-hunt in early modern Europe*, de Brian P. Levack; ② livro *The witchcraft sourcebook*, de Brian P. Levack; ③ King James Bible.
Fontes livro *História da bruxaria*, de Jeffrey B. Russell e Alexander Brooks; Lina Gorenstein, historiadora especialista em inquisição portuguesa.

ines249

ORÁCULO

→ **ILUSTRAÇÕES** LAURA TRCHMNN **DESIGN** CRISTIELLE LUISE

93%

FOI A REDUÇÃO dos casos de deficiência de iodo desde que ele foi adicionado ao sal, em 1953.

DEPARTAMENTO NACIONAL de CRISTAIS
SALVADOR do SABOR
CONTROLE·DE TEMPEROS ADUANA GOURMET
OK!
PASSAGEM ZONA DESIDRATADA 0% H₂O
SOBRENOME
DE COZINHA
NOME
SAL
COMPOSIÇÃO
NaCl
ORIGEM
MINERAL

SE O SAL DE COZINHA NÃO É SAL MARINHO, DE ONDE ELE VEM?

Vitória Zandonadi, São Paulo (SP)

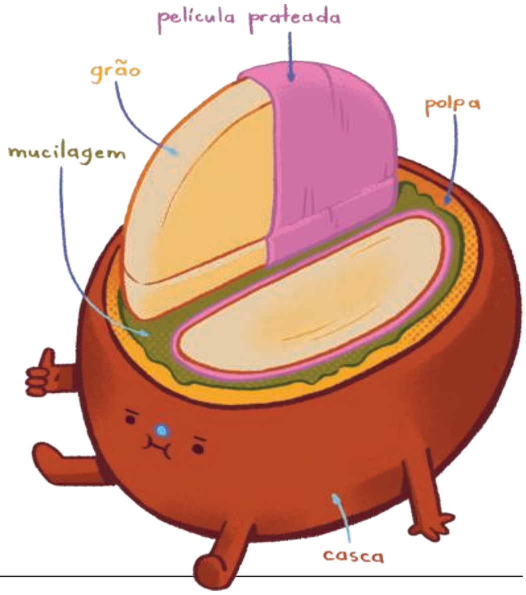
O NOME ENGANA: na maior parte dos casos, esse sal também é extraído do mar. O que o classifica como sal de cozinha (ou sal refinado) não é sua origem, mas sim ter passado por processos de remoção de impurezas – como metais pesados e microplásticos. Além disso, o sal refinado deve ter uma dose mínima de iodo estabelecida pela Anvisa, já que esse micronutriente previne uma doença chamada "bócio". O sal extraído do mar contém iodo naturalmente, mas às vezes é necessário adicionar mais uma pitada para cumprir o requisito. Já o produto vendido como "sal marinho artesanal" ou "gourmet" não é obrigado a ter iodo adicionado, pois é destinado ao uso culinário em pequena escala. Se o sal não foi extraído do mar, é bem provável que ele venha de jazidas, que se formam em lugares que um dia foram oceanos. É daí que vem o sal rosa do Himalaia, que é minerado em um complexo de cavernas no Paquistão – e não no Himalaia. ①

ines249

SE A GENTE SÓ USA O GRÃO DO CAFÉ, O QUE ACONTECE COM O RESTO DA FRUTA?

Dalton, de São Bernardo do Campo (SP)

VIRA FERTILIZANTE. O fruto do café tem cinco partes: casca, polpa, mucilagem (uma camada pegajosa, rica em açúcar), película prateada (uma casquinha fina que envolve o grão) e o grão em si, que resulta no pó do mercado após ser torrado e moído. Depois da colheita, a máquina despolpadora separa o grão dos outros componentes. Rica em potássio, a polpa geralmente é usada para compostagem. Ela é misturada com esterco de animais, tornando-se um fertilizante orgânico para a própria lavoura. Por ter um sabor semelhante ao do café, alguns produtores pequenos torram e misturam a polpa com os grãos. O resultado é uma bebida mais escura e amarga, com menor teor de cafeína. Isso ocorre, por exemplo, em épocas em que o café está muito caro. A polpa seca também é usada para fazer chá. O gosto lembra o do hibisco. ②



PÁ PUM

Qual é o jogo mais vendido da História?

Pedro Zuben, Rio Claro (SP)

TETRIS, com 500 milhões de cópias vendidas em diferentes plataformas – a maioria em *mobile*.

NÚMERO INCRÍVEL

90%

DA POPULAÇÃO das Américas foi dizimada entre 1492 e 1600, principalmente por doenças. ③

OUTRO DADO RELEVANTE SEM NENHUMA LIGAÇÃO

90

MINUTOS é o tempo que você leva para entrar no sono REM, quando ocorre a maioria dos sonhos.

Os nativos americanos passaram alguma doença aos europeus no primeiro contato?

Bruno Carbinatto, repórter da Super

NÃO HÁ registros de que isso tenha acontecido. Todo o fluxo de doenças ocorreu da Europa, Ásia ou África para a América. A única possível exceção é a sífilis, o que é tema de debate entre pesquisadores. A hipótese é a de que uma variante da bactéria *Treponema pallidum* (causadora da sífilis) teria surgido na América e levada para a Europa nas viagens de retorno de Cristóvão Colombo, originando a sífilis venérea moderna. Em 2014, no entanto, foram encontrados esqueletos com sinais de infecção por treponematoses em Londres. Alguns deles eram anteriores à ida de Colombo à América, o que coloca a teoria em xeque. Mesmo que a hipótese se confirme, a doença não teria impacto comparável ao das epidemias que devastaram o continente americano. ④

O que torna algo biodegradável? Tudo não se degrada depois de algum tempo?

Tartarugas Ninja, Nova York (EUA)

UM MATERIAL é considerado biodegradável quando pode ser quebrado por microrganismos e transformado em substâncias simples, como água, dióxido de carbono e biomassa. É o que acontece com madeiras, cascas de frutas, fibras naturais e papéis: os resíduos orgânicos voltam ao ambiente sem deixar rastros tóxicos. Já os plásticos sintéticos e vidros se degradam de forma física ou química, sem a ação de seres vivos. Essa degradação pode levar séculos e gerar fragmentos poluentes, como os microplásticos. Não sabemos ao certo quais são os impactos desses pedacinhos, mas eles já são encontrados em animais, plantas, corpos d'água e dentro de nós. Uma alternativa mais sustentável são os plásticos naturais, feitos de fontes renováveis, como moléculas de vegetais. Por terem uma estrutura mais parecida com a dos compostos orgânicos, alguns deles podem ser digeridos por microrganismos decompositores. Sua degradação é mais rápida e eles não deixam danos permanentes. ⑤

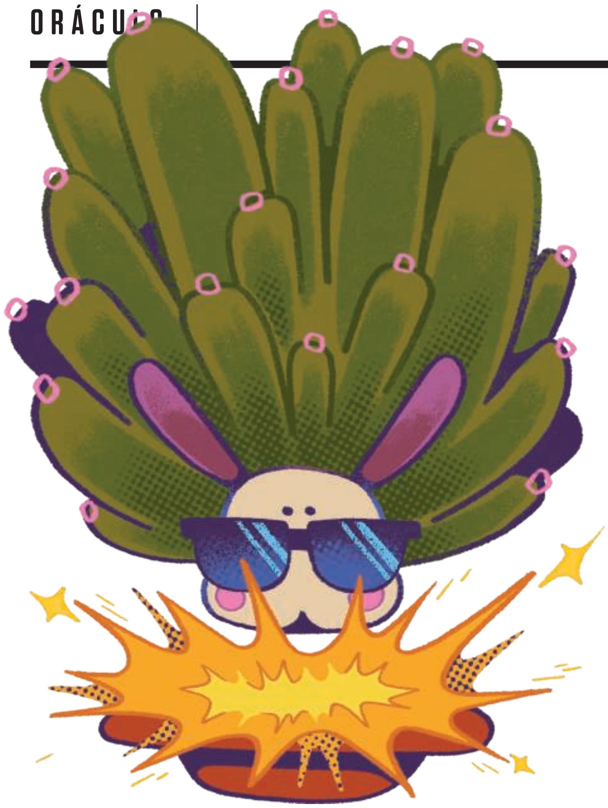
Para que serve a pontuação da bolsa de valores?

@dr.marcelo.marques, via Instagram

PARA MOSTRAR se ela caiu ou subiu. Em 1968, quando nasceu o Ibovespa (mais importante índice da bolsa brasileira), calculou-se o valor de mercado (o preço somado de todas as ações) das 27 empresas mais negociadas. Atribuiu-se a esse montante um valor de referência de 100 pontos. Desde então, mede-se a variação desse número. Se a pontuação do dia seguinte fosse 101, então o valor de mercado total das empresas havia subido 1%. Se fosse 99, havia caído 1%. Hoje, o índice ronda os 150 mil pontos. A bolsa não vale 150 vezes mais: é preciso colocar a inflação e a troca de moedas na conta. Mas a lógica segue a mesma. ⑥

Reportagem Bela Lobato, Bruno Carbinatto, Eduardo Lima, Luiza Lopes, Manuela Mourão, Maria Clara Rossini e Rafael Battaglia. **Fontes** ① Michele Rigon Spier, professora titular da pós--graduação em engenharia de alimentos da Universidade Federal do Paraná; ② Lucas Franco, Q-Grader e diretor das fazendas do complexo Sertãozinho de Orfeu Cafés Especiais; ③ artigo "Earth system impacts of the European arrival and Great Dying in the Americas after 1492"; ④ artigos "Ancient genomes reveal a deep history of Treponema pallidum in the Americas" e "Evidence of skeletal treponematosis from the medieval burial ground of St. Mary Spital, London, and implications for the origins of the disease in Europe"; ⑤ João Paulo Ferreira Santos, professor de engenharia de materiais no CEFET-MG; ⑥ texto "O que significa a pontuação do Ibovespa?", da Você S/A.

ines249



EXISTE ALGUM ANIMAL QUE FAZ FOTOSSÍNTESE?

Gustavo Abreu, via e-mail

Sim, mas só na gambiarra. Apenas plantas, algas e algumas bactérias têm cloroplastos, as organelas celulares que transformam luz em energia química. Quase todos os animais precisam se alimentar desses ou de outros seres. A exceção são algumas lesmas marinhas da ordem dos Sacoglossa, como a fofíssima ovelha-folha-do-mar (*Costasiella kuroshimae*), ilustrada ao lado. Elas não nascem com cloroplastos, mas conseguem roubá-los das algas que comem. Enquanto todo o lanche é digerido por esses moluscos, os cloroplastos passam ilesos e são absorvidos por células de revestimento do sistema digestório. Por lá, eles permanecem ativos, fazendo fotossíntese. O processo é conhecido como "cleptoplastia". Algumas espécies de lesmas-do-mar passam semanas e até meses sem se alimentar, apenas se aproveitando da energia gerada pelos cloroplastos roubados. Por conta da clorofila surrupiada – o pigmento que absorve a luz –, esses bichos são esverdeados. O fenômeno ainda é pouco compreendido: não se sabe, por exemplo, como as lesmas digerem todas as partes da alga com exceção dos cloroplastos nem como essas organelas permanecem funcionais meses a fio no corpo do animal. ❶

Existe algum risco em carregar o celular em tomadas públicas?

Benjamin Franklin, Massachusetts (EUA)

Em tomadas tradicionais, não. As tomadas de pino, que você tem na parede de casa, servem apenas para transmitir energia. Já as entradas USB têm a insfraestrutura para o compartilhamento de dados do celular. As estações de carregamento públicas com USB deveriam ser só para energia – mas elas podem, em teoria, ser alteradas por hackers (instalando uma pequena CPU dentro do quiosque de carregamento, por exemplo). Esse golpe é chamado *juice jacking*, e também pode ser usado para instalar um vírus malicioso no aparelho conectado. No entanto, esse é considerado um perigo teórico, já que há pouquíssimos casos reais relatados. Algumas dicas de precaução: use o seu próprio carregador; caso precise recarregar em uma entrada USB, prefira um cabo do tipo *charge only*, que não permite a transferência de dados; e desligue o dispositivo durante o carregamento (isso reduz drasticamente as chances de *juice jacking*). ❷

PERGUNTE AO ORÁCULO

Escreva para maria.costa@abril.com.br mencionando sua cidade e estado – ou mande a pergunta via direct no Instagram.

O que é o "ló" do pão de ló?

Dona Benta, Taubaté (SP)

O nome pode ter vindo de um confeiteiro alemão chamado Lot, o suposto criador da receita. Ou de *lot*, palavra em hebraico para "véu" ou "cobertura". Seria uma referência à leveza da massa. Existem furos nessas histórias, porém. O bolo tem influências italianas e portuguesas. Além disso, a receita original não era leve. A hipótese do professor de linguística Caetano Galindo, da UFPR, associa o nome à expressão "tratar alguém a pão de ló", que quer dizer acolher muito bem uma pessoa. Ló é um personagem bíblico que recebeu os anjos enviados por Deus para destruir as cidades de Sodoma e Gomorra, sendo o único a acolhê-los e a lhes oferecer pão. O ditado pode ter vindo daí – e ajudado a batizar o bolo. ❸

LISTA

Filmes com maior bilheteria em 2025.

Ne Zha 2 é a animação de maior bilheteria da História. Com estreia modesta no Ocidente, a maior parte do público é de chineses.

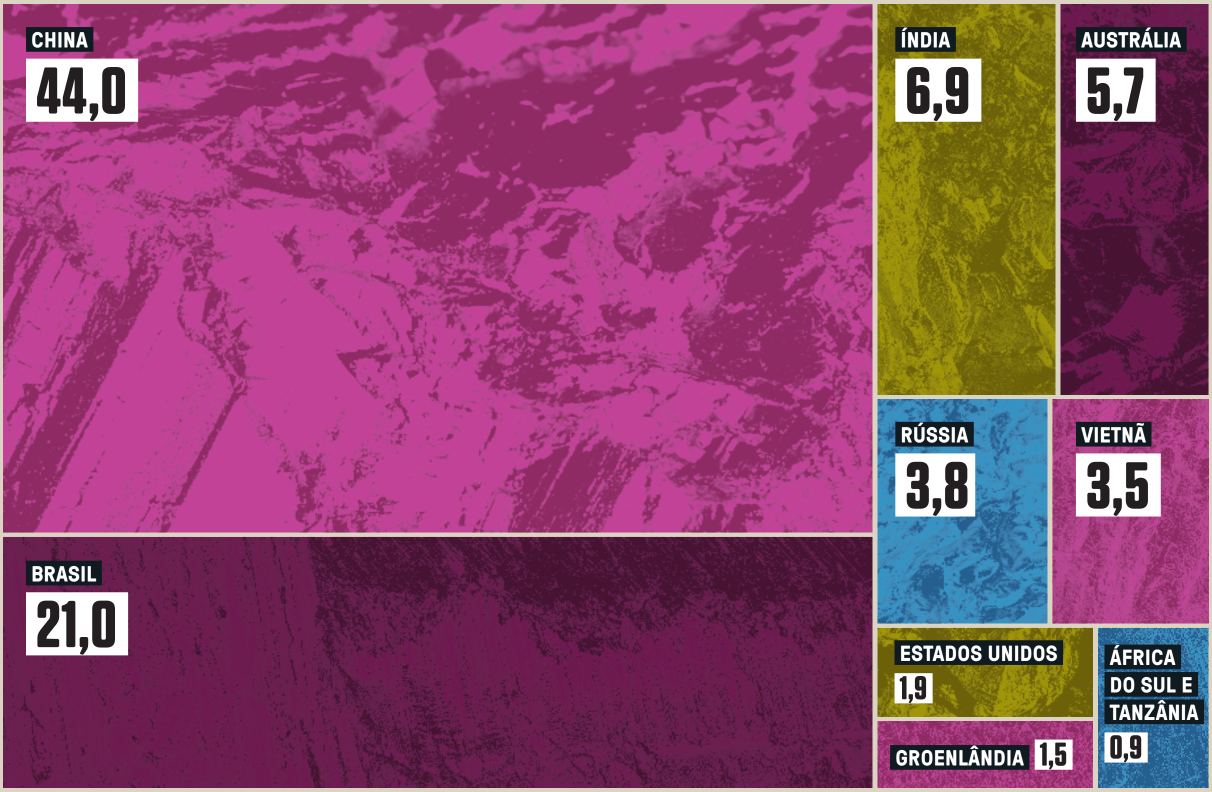
1	**NE ZHA 2**	US$ 1,902 bilhão	≈ R$ 10,19 bilhões.
2	**LILO & STITCH**	US$ 1,037 bilhão	≈ R$ 5,56 bilhões
3	**UM FILME MINECRAFT**	US$ 957,9 milhões	≈ R$ 5,13 bilhões
4	**JURASSIC WORLD: RECOMEÇO**	US$ 868,5 milhões	≈ R$ 4,66 bilhões
5	**COMO TREINAR SEU DRAGÃO**	US$ 636,1 milhões	≈ R$ 3,41 bilhões

ines249

SÓ ACREDITO VENDO

Onde estão as “terras raras”?

HÁ 17 METAIS essenciais para fabricar celulares, carros elétricos e lasers. Eles não são achados em sua forma pura na natureza – compõem óxidos e minerais complexos, misturados a outros elementos. Isolá-los e purificá- los é difícil e caro – daí a raridade. Abaixo, as maiores jazidas desses metais (em milhões de toneladas).



NOME AOS BOIS

Dentre os 17 elementos, há o neodímio, o lantânio e o cério. Em quantidade, eles nem são tão raros assim (o cério é mais abundante que o cobre). São metais indispensáveis para a transição energética, mas seu refino pode ser bastante poluente.

A LÍDER

A China tem a maior reserva e controla quase 90% da produção e do refino dos metais. EUA e Europa dependem dessas exportações – mas, com a guerra comercial recente, o país asiático restringiu o comércio, criando demanda por alternativas.

A OPORTUNIDADE

Com a segunda maior reserva, o Brasil tem potencial para se destacar no mercado. Mas ainda produzimos pouquíssimo: só uma mineradora que atua aqui, a Serra Verde (Goiás), consegue extrair esses metais, com capacidade bastante limitada.

Fontes United States Geological Survey.

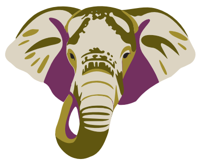
Animais com pelagem preta sofrem mais no calor?

joao_hen_, via Instagram

NÃO NECESSARIAMENTE. Em uma pesquisa de 2021, cientistas monitoraram a temperatura corporal de labradores pretos e dourados e não encontraram grande diferença. Em muitos casos, o calor absorvido na camada externa dos pelos não afeta significativamente a temperatura interna do corpo. Outros mecanismos fisiológicos – como ofegar, suar e mudar a postura – desempenham um papel mais relevante. No geral, o pelo e as penas funcionam como um escudo que pode reter o calor no frio ou impedir que ele atinja a pele em dias escaldantes. ④

AS FORMIGAS-PRATEADAS-DO-SAARA têm pelos triangulares únicos que refletem mais de 90% da luz solar, mantendo-as frescas durante o dia.

LAGARTOS IRIDESCENTES têm estruturas microscópicas na pele que funcionam como um escudo, refletindo parte da radiação infravermelha.



OS ELEFANTES AFRICANOS dissipam o calor por meio das orelhas. Eles também se cobrem de lama seca, que reflete parte da radiação solar.

Fontes ① artigos “Functional kleptoplasty in a limapontioidean genus: phylogeny, food preferences and photosynthesis in Costasiella, with a focus on C. ocellifera”, “Kleptoplasty: Getting away with stolen chloroplasts” e “A new case of kleptoplasty in animals: Marine flatworms steal functional plastids from diatoms”; ② artigo “Juice jacking: security issues and improvements in USB technology”; ③ Caetano Galindo, professor de linguística na Universidade Federal do Paraná e autor do livro *Na ponta da língua: O nosso português da cabeça aos pés*; ④ artigos “Thermal consequences of colour and near-infrared reflectance” e “A comparison of black vs. yellow coat color on rectal and gastrointestinal temperature in Labrador retrievers”.

ines249

VINHO TEM DATA DE VALIDADE OU TODOS MELHORAM COM O TEMPO?

Beatriz Herminio, São Paulo (SP)

Se guardados da maneira correta, vinhos têm prazo de validade indeterminado. Aqui vai a receita: a garrafa deve ser armazenada num ambiente com temperatura e umidade controladas, longe do sol. Deite-a para que o líquido entre em contato com a rolha – caso contrário, o tampão pode secar e desintegrar, deixando o oxigênio entrar na garrafa. Isso estragaria o vinho, já que o etanol em contato com o ar vira ácido acético (vinagre). Mas o armazenamento certo não garante que o vinho vai melhorar. O bom envelhecimento depende da variedade da uva, do processo de fabricação e se o objetivo da vinícola é produzir vinhos para guardar. Uvas como merlot, cabernet franc e cabernet sauvignon têm boas chances de envelhecer bem. Já pinot noir e gamay, nem tanto. Vinhos tintos de regiões mais frias e altas, com menos luz solar, costumam dar origem a bebidas mais leves – e, por isso, podem não se desenvolver tão bem se guardados por muito tempo. Com os brancos, quase todos são delicados demais para envelhecer por mais de cinco anos. ❶

Todos os assobios têm o mesmo timbre?

Lucas Oliveira, Maceió (AL)

Não. O timbre depende da forma como o som é produzido, podendo variar conforme a pessoa molda a boca, os lábios e a língua. Esses detalhes mudam a maneira como o som ressoa na cavidade bucal, que funciona como um tubo sonoro. O mesmo acontece em instrumentos musicais, que têm timbres distintos mesmo tocando a mesma nota (o Lá de um piano e o de um violino). Assim, duas pessoas assobiando a mesma nota podem ter timbres diferentes. As técnicas de assobio (com os dentes, apenas com os lábios, com os dedos) também mudam o timbre do som. É como se as pessoas que imitam o canto de passarinhos no biquinho tivessem um "instrumento" diferente de quem só assobia na hora do parabéns. ❷

Quem paga os prêmios do Nobel?

Marie Curie, da Polônia

O falecido Alfred Nobel, tecnicamente. O dinheiro vem da herança do químico, que fez fortuna com a patente da dinamite. Quando morreu, em 1896, deixou 31 milhões de coroas suecas (R$ 1,2 bilhão em valores atuais). Segundo seu testamento, o valor deveria ser usado para premiar "aqueles que no ano anterior conferiram os maiores benefícios para a humanidade". Desde então, o dinheiro tem sido aplicado em fundos de investimento seguros administrados por um comitê da Fundação Nobel. O valor está principalmente em fundos de ações, fundos imobiliários, títulos da dívida, renda fixa e fundos de cobertura. Deu certo: 124 anos depois do primeiro prêmio, a Fundação acumula 6,8 bilhões de coroas suecas (R$ 3,9 bilhões). ❸

LOST IN TRANSLATION

Origem Árabe

يقبرني

Você me enterra

Uma declaração direcionada a entes queridos. Expressa o desejo de morrer antes da outra pessoa, pois a dor de perdê-la seria insuportável.

CONEXÕES

De Foucault ao Felca

por Maria Clara Rossini

Michel Foucault

O filósofo francês estudou o conceito de poder e controle exercido pelas instituições sociais, como escolas, presídios e grupos de amigos. Visitou o Brasil cinco vezes entre 1965 e 1976. Deu aulas em instituições como PUC-Rio, UERJ, Unicamp e...

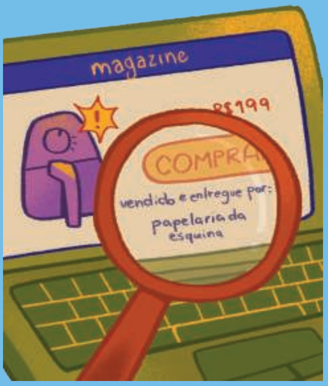
Universidade de São Paulo

A primeira visita à USP foi em 1965, mas sua vinda mais marcante foi a de 1975. Naquele ano, o curso que Foucault ministrava na universidade foi interrompido por uma greve geral, motivada pelo assassinato do jornalista...

ines249

MANUAL
por Maria Clara Rossini

Como não cair em ciladas da Black Friday



MARKETPLACES

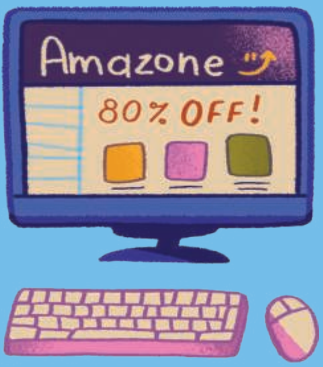
São plataformas que anunciam produtos de várias lojas. Amazon, Mercado Livre, Magalu… O nome confere credibilidade, mas nem sempre os produtos saem daquela marca. O bloco "vendido e entregue por" revela de qual loja você de fato está comprando. Golpistas criam lojas falsas às vésperas da Black. Cheque a data de criação delas.

CARTÃO OU PIX?

Ambos são válidos. Se for no cartão, faça operações em carteiras digitais, como PagSeguro ou PayPal. Evite colocar seus dados direto no site da loja. Se possível, use um cartão virtual, que expira depois de algumas horas. O PIX é um método seguro, mas estornar o valor caso você transfira para um golpista é um processo bem burocrático.

MESTRES DA IMITAÇÃO

Phishing é o nome dado à prática de criar sites falsos que se passam por outros, com o mesmo nome, logomarca e design do original. Eles chegam a você por meio de SMS, e-mail ou WhatsApp, ou até como post patrocinado no Google. Em vez de clicar nesses links, escreva o endereço do site diretamente na barra de navegação.



MONTANHA-RUSSA DE PREÇOS

Um clichê, mas que vale a menção: as lojas aumentam o preço dos produtos antes da Black Friday para que as ofertas pareçam mais atrativas. Para evitar cair nessa, monitore preços em sites como Buscapé. Também fique ligado no carrinho de compras: alguns produtos aumentam de preço quando vão parar lá.

R$199
OFF
29,9
-10%

PARA SABER MAIS *Sem dor de cabeça*

Algumas lojas usam IA para criar imagens de modelos usando o produto. Verifique se há fotos isoladas, que mostrem detalhes do item, para não se frustrar em casa.

Desconfie de mensagens e e-mails que pedem o pagamento de mais taxas, do tipo "seu pagamento não foi autorizado" ou "sua compra precisa de frete extra". Pode ser golpe.

Tire print do anúncio no site, foto do produto, prazo de entrega e o que mais conseguir no ato da compra. As lojas podem editar essas informações posteriormente.

Caso tenha problema com a compra, tente resolver com a loja ou poste a queixa no Reclame Aqui. Deixe o Procon, mais lento, como última alternativa.

Fonte Carlos Rafael Gimenes das Neves, professor da Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM).

Vladimir Herzog

Torturado e morto pelo regime militar, tornou-se símbolo da repressão na ditadura. Foi casado com Clarice Herzog, que deu diversos depoimentos desde a morte do marido. Em 2017, ela foi entrevistada por…

Pedro Bial

Clarice falou no *Conversa com Bial* sobre as suas memórias da ditadura. Antes do talk-show que leva o seu nome, Bial comandou o *Fantástico* e o *BBB*. Em 28 de agosto deste ano, foi um dos primeiros jornalistas a entrevistar…

Felca

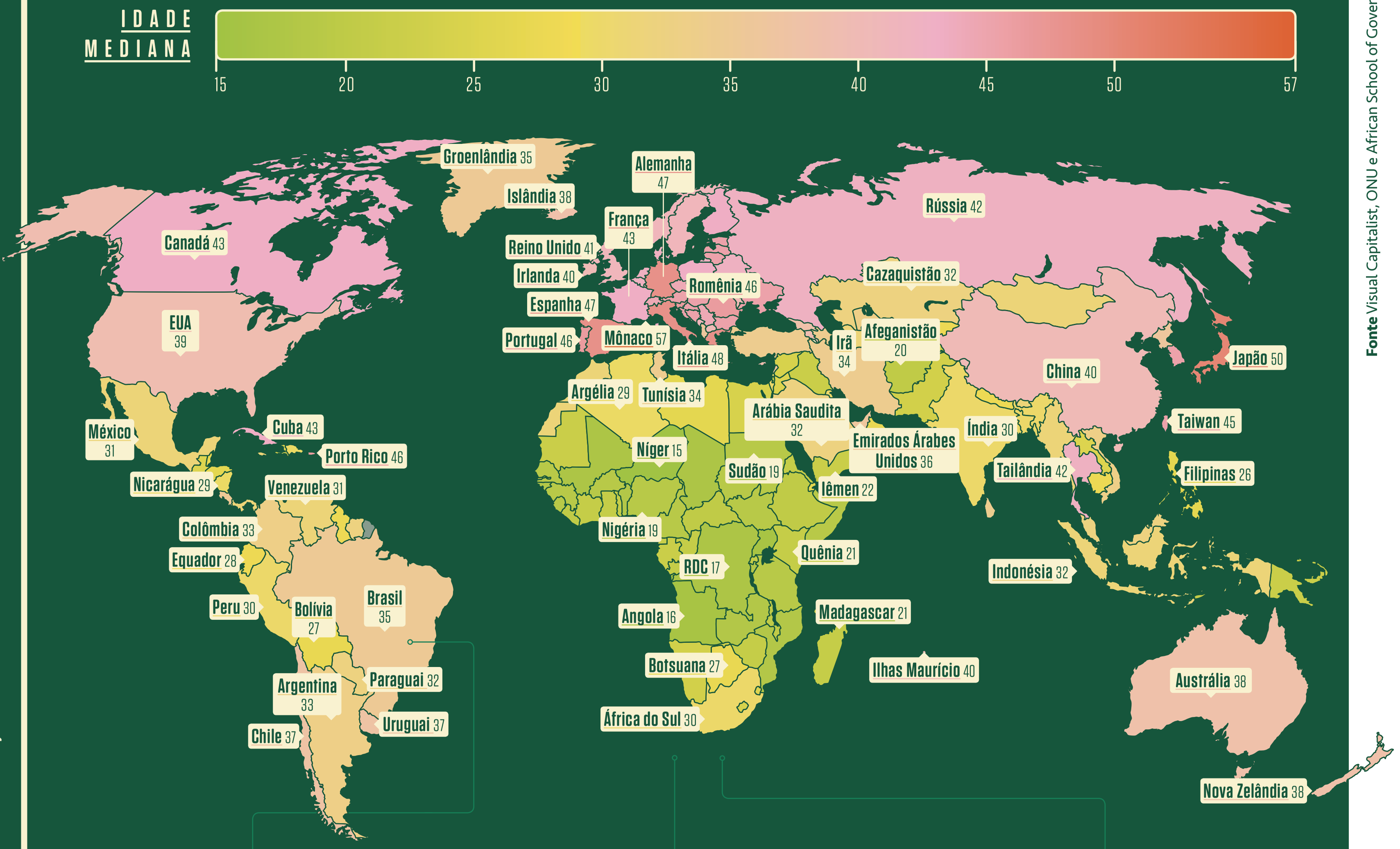
Felipe Bressanim é youtuber desde 2012, mas só ficou conhecido nacionalmente em 2025, após publicar um vídeo sobre adultização. Em sua estante de livros, Felca guarda as principais obras de Nietzsche – autor que influenciou o pensamento de **Foucault**.

Fontes ① Mario Lucas Ieggli, presidente da Associação Brasileira de Enologia (ABE); ② artigo "A fisiologia do assobio oral: uma análise combinada de radiografia e ressonância magnética" e Andrey Guilherme, físico; ③ Testamento de Alfred Nobel; The Nobel Foundation Annual Report 2024.

ines249

Meio a meio

A idade mediana ajuda a entender a composição etária de uma população. Se ela é de 35 anos, por exemplo, então metade das pessoas tem menos do que isso; a outra metade, mais. Veja as medianas ao redor do mundo. **Infográfico** *Carol Aranha e Rafael Battaglia*


IDADE MEDIANA
15
20
25
30
35
40
45
50
57
Groenlândia 35
Islândia 38
Alemanha 47
França 43
Reino Unido 41
Irlanda 40
Espanha 47
Portugal 46
Mônaco 57
Romênia 46
Itália 48
Rússia 42
Cazaquistão 32
Afeganistão 20
Irã 34
China 40
Japão 50
Canadá 43
EUA 39
México 31
Cuba 43
Porto Rico 46
Nicarágua 29
Venezuela 31
Colômbia 33
Equador 28
Peru 30
Bolívia 27
Brasil 35
Paraguai 32
Argentina 33
Uruguai 37
Chile 37
Argélia 29
Tunísia 34
Níger 15
Arábia Saudita 32
Emirados Árabes Unidos 36
Índia 30
Taiwan 45
Tailândia 42
Filipinas 26
Sudão 19
Iêmen 22
Nigéria 19
Quênia 21
RDC 17
Indonésia 32
Angola 16
Madagascar 21
Botsuana 27
Ilhas Maurício 40
África do Sul 30
Austrália 38
Nova Zelândia 38

CABELOS GRISALHOS

De 2010 a 2022, a idade mediana aumentou no Brasil de 29 para 35 anos. O maior salto foi no Sudeste: a mediana da região foi de 31 para 37 anos. É um sinal do envelhecimento do País: no mesmo período, o número de pessoas com 65 anos ou mais cresceu 57,4%, de 14 milhões para 22,1 mi.

JOVEM AINDA, JOVEM AINDA

Na África, 70% da população tem 30 anos ou menos – é o continente mais jovem do mundo, cortesia de uma alta taxa de fecundidade somada à diminuição da taxa de mortalidade nas últimas décadas. Em 2100, a África poderá representar 40% da população mundial (que será de 10,3 bi, segundo projeção da ONU).

PROBLEMAS E OPORTUNIDADES

Uma larga população economicamente ativa pode ser um trunfo da África no futuro, quando boa parte do mundo, mais velha e com menos filhos, estará lidando com crises nos sistemas de saúde e de previdência. Mas é preciso que o número de escolas e postos de trabalho acompanhe o crescimento populacional – o que ainda não vem acontecendo por lá.

Fonte Visual Capitalist, ONU e African School of Governance.

ines249

Se você ama desafios com palavras,
vai se apaixonar por Entre Linhas Superinteressante!

Grégory Grard
Entre Linhas™
SUPER
INTERESSANTE
200
novas palavras
que vão mexer
com a sua cabeça!
PAPERGAMES
POCKET

Aponte a câmera do seu celular para o QR Code e

COMPRE JÁ!

Entre Linhas Superinteressante é um jogo de cartas que todos jogam para vencerem juntos!

Cruze palavras do universo da ciência, história e tecnologia e encontre a dica perfeita para sua família e amigos acertarem qual é a sua carta!

PAPERGAMES

/papergamesed

ines249

A número 1 há 50 anos.
50
ANTENA 1
Disponível em
Google Assistant
amazon alexa
Google Play
Roku
App Store
LG
SAMSUNG
tv
fire tv